

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 195 39 357 A 1

(51) Int. Cl. 8:  
G 01 N 27/419

DE 195 39 357 A 1

(21) Aktenzeichen: 195 39 357.0  
(22) Anmeldetag: 23. 10. 95  
(23) Offenlegungstag: 25. 4. 96

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

24.10.94 JP P 6-258013 09.08.95 JP P 7-203167

(71) Anmelder:

Nippon Soken, Inc., Nishio, Aichi, JP; Nippondenso Co., Ltd., Kariya, Aichi, JP

(74) Vertreter:

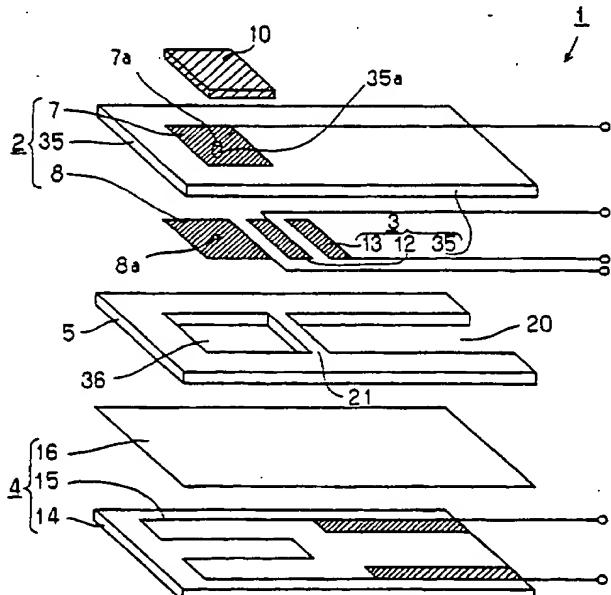
Tiedtke, Bühlung, Kinne & Partner, 80336 München

(72) Erfinder:

Makino, Daisuke, Nishio, Aichi, JP; Ohta, Hisayoshi, Nishio, Aichi, JP; Mizutani, Keigo, Nishio, Aichi, JP; Naito, Masataka, Nishio, Aichi, JP; Yamada, Masanori, Nishio, Aichi, JP; Shibata, Masahiro, Kariya, Aichi, JP; Sano, Hiromi, Kariya, Aichi, JP

(54) Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrichtung

(57) Ein Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement (1) umfaßt einen Sauerstoffpumpenteil (2) und einen Sauerstoffsensorteil (3), die auf einer einzigen Festelektrolytschicht (35) aufgebracht sind, sowie ein Heizelement (4) und ein Abstandsteil (5). Der Sauerstoffpumpenteil (2) besteht aus einem Paar von Elektroden (7) und (8) auf einander gegenüberliegenden Seiten der Festelektrolytschicht (35), und eine Verbindungsöffnung (9) ist durch die Festelektrolytschicht (35) und die Elektroden (7) und (8) ausgebildet. Elektroden (12) und (13) sind auf der Festelektrolytschicht (35) auf derselben Seite wie die Elektrode (8) angeordnet, wodurch der Sauerstoffsensorteil (3) ausgebildet wird. Der Abstandsteil (5) umfaßt eine Öffnung (36) und eine schlitzförmige Öffnung (20). Das Heizelement (4), der Abstandsteil (5) und die Festelektrolytschicht (35) sind von unten nach oben geschichtet aufgebaut, wobei die geschichtete Anordnung anschließend gebacken wird. In diesem Falle sind die Schichten in der Weise aufeinander angeordnet, daß sich die Öffnung (36) im Bereich der Elektroden (8) und (12) befindet, und sich die Öffnung (20) im Bereich der Elektrode (13) befindet. Durch Anordnung des Sauerstoffpumpenteils (2) und des Sauerstoffsensorteils (3) auf derselben Festelektrolytschicht (35) kann der Aufbau im Vergleich zu einem bekannten Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement, in welchem jeweils eine Festelektrolytschicht sowohl für den Sauerstoffpumpenteil als auch für den ...



DE 195 39 357 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 96 602 017/557

42/26

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrichtung.

Bekanntermaßen wird eine Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrichtung die ein Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement aufweist und auf dem Prinzip einer Sauerstoffkonzentrationszelle basiert, verwendet zur Messung der Sauerstoffkonzentration im Rahmen der Regelung eines Luft-Brennstoffverhältnisses für eine Brennkraftmaschine. Ein derartiges Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement ist beispielsweise in der SAE (Society of Automotive Engineers) Druckschrift 850378 offenbart.

Das in der SAE-Druckschrift 850378 vorgeschlagene Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement wird nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 21 beschrieben. Ein Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 besteht primär aus einem Sauerstoffpumpenteil 2, einem Sauerstoffsensorteil 3 und aus einem Heizelement 4 zum Aufheizen des Sauerstoffpumpenteils 2 und des Sauerstoffsensorteils 3. Der Sauerstoffpumpenteil 2 besteht aus einem sauerstoffionenleitenden Festelektrolyten 6, der aus stabilisiertem Zirkoniumoxid oder dergleichen ausgebildet ist, und aus Elektroden 7 und 8, die auf entgegengesetzten Seiten des Festelektrolyten 6 ausgebildet sind. Der Sauerstoffsensorteil 3 besteht aus einem Festelektrolyten 11 in gleicher Weise wie der Sauerstoffpumpenteil 2 und aus Elektroden 12 und 13, die an entgegengesetzten Seiten des Festelektrolyten 11 ausgebildet sind.

Ein erstes Abstandsteil 5 aus isolierendem Material ist zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 angeordnet, wobei ein innerer Raum 17 gebildet wird. Der innere Raum 17 steht mit dem zu messenden Gas über eine Verbindungsöffnung 9, die als Diffusionswiderstandseinrichtung dient, in Verbindung. Ferner ist ein weiterer Abstandsteil 49 aus isolierendem Material zwischen dem Sauerstoffsensorteil 3 und dem isolierenden Heizelement 4 angeordnet, wodurch ein Luftpumpegang 19 zum Einleiten von Luft ausgebildet wird. Somit sind der Sauerstoffpumpenteil 2, der Abstandsteil 5, der Sauerstoffsensorteil 3, der Abstandsteil 49 und das Heizelement 4 aufeinander in dieser Reihenfolge angeordnet.

Über die Verbindungsöffnung 9 wird zu messendes Gas in den inneren Raum 17 geleitet. Wird eine Spannung an den Sauerstoffpumpenteil 2 angelegt zur Aufrechterhaltung einer elektromotorischen Kraft im Sauerstoffsensorteil 3 auf einem festgelegten Pegel oder zur Erzielung einer vorbestimmten Sauerstoffkonzentration im inneren Raum 17, der in Verbindung mit dem zu messenden Gas steht, dann bewegen sich Sauerstoffionen innerhalb des Festelektrolyten 6. Gleichzeitig wird der durch den Sauerstoffpumpenteil 2 fließende Strom mit der Sauerstoffkonzentration im zu messenden Gas korreliert. In entsprechender Weise kann die Sauerstoffkonzentration im zu messenden Gas auf der Basis der Größe des durch den Sauerstoffpumpenteil 2 fließenden Stroms erfaßt werden.

Dieses bekannte Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement weist jedoch den Nachteil eines komplizierten Aufbaus auf, da der Sauerstoffpumpenteil 2 und der Sauerstoffsensorteil 3 getrennt aus Festelektrolyten 6 und 11 aufgebaut sind.

Demgegenüber liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrichtung der genannten Art derart auszuge-

stalten, daß ein vereinfachter Aufbau und eine kostengünstige Herstellung gewährleistet sind.

Gemäß einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird eine Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrichtung derart ausgestaltet, daß ein Sauerstoffpumpenteil und ein Sauerstoffsensorteil auf derselben Festelektrolytschicht ausgebildet sind. Daher kann die Anzahl der Festelektrolytschichten im Vergleich zu den Fällen, in denen der Sauerstoffpumpenteil und der Sauerstoffsensorteil auf getrennten Festelektrolytschichten ausgebildet sind, vermindert werden, wodurch der gesamte Aufbau einfacher wird und die Herstellungskosten der Festelektrolytschichten als auch die Materialkosten vermindert werden.

Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung umfaßt sowohl der Sauerstoffpumpenteil als auch der Sauerstoffsensorteil ein Paar von Elektroden, wodurch sich Vorteile hinsichtlich der Übertragung der elektrischen Signale ergeben.

Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist zusätzlich zu dem Sauerstoffpumpenteil und dem Sauerstoffsensorteil auf derselben Festelektrolytschicht ein Heizelement vorgesehen. Somit können der Sauerstoffpumpenteil und der Sauerstoffsensorteil gemeinsam aufgeheizt werden, wobei die beiden Teile in gleicher Weise aufheizbar und damit schneller aktivierbar sind.

Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist eine Verbindungsöffnung in der Festelektrolytschicht ausgebildet zur Bildung einer Verbindung zwischen einem inneren Raum und einem zu messenden Gas. Unter Auswahl der Größe und der Anzahl der Verbindungsöffnungen kann ein zu messendes und in den inneren Raum strömendes Gas in einfacher Weise gesteuert werden.

Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung sind ein Referenzsauerstoffraum und ein innerer Raum in Verbindung mit dem zu messenden Gas zwischen der Festelektrolytschicht und einer Isolationsschicht ausgebildet. Im Vergleich zu dem Fall, bei welchem ein Raum zwischen einer Festelektrolytschicht und einer Isolationsschicht ausgebildet ist und bei dem ein weiterer Raum auf der entgegengesetzten Seite der Festelektrolytschicht zwischen der Festelektrolytschicht und einer zusätzlichen Isolationsschicht ausgebildet ist, ist daher eine derartige zusätzliche Isolationsschicht zur Bildung beider Räume nicht erforderlich. Dies vermeidet eine Vergrößerung der Dicke der Anordnung, wodurch der gesamte Aufbau kompakter wird.

Ferner können der Referenzsauerstoffraum und der innere Raum in verläßlicherweise voneinander isoliert werden durch Anordnen eines Isolationsteils zwischen der Festelektrolytschicht und der Isolationsschicht, wodurch ein Lecken zwischen den Räumen verhindert werden kann.

Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung können der Sauerstoffpumpenteil und der Sauerstoffsensorteil auf derselben Seite der Festelektrolytschicht ausgebildet werden. Damit können auf der Festelektrolytschicht im Rahmen eines Prozesses die jeweiligen Elektroden aufgebracht werden, wodurch sich eine Vereinfachung der Herstellung ergibt.

Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist ein Schlitz in der Festelektrolytschicht über ihre Breite zwischen dem Sauerstoffpumpenteil und dem Sauerstoffsensorteil ausgebildet, wobei der Schlitz kürzer ist als die Breite der Festelektrolytschicht. Dieser Schlitz dient der Verbesserung der elektrischen

Isolationseigenschaften zwischen dem Sauerstoffpumpenteil und dem Sauerstoffsensorteil, wodurch ein Leckstrom zwischen beiden Teilen verhindert werden kann.

Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist eine Volumenanpassungseinrichtung auf einer Isolationsschicht in der Weise vorgesehen, daß sie am inneren Raum angeordnet ist, wodurch sich das Volumen des inneren Raums anpassen bzw. einstellen läßt. Mit dieser Anordnung kann durch Verminderung des Volumens des inneren Raums die Zeit vermindert werden, die für den Sauerstoffpumpenteil erforderlich ist zum Einleiten und Ausströmen von zu messendem Gas in den inneren Raum, wodurch die Ansprechempfindlichkeit gegenüber einer Änderung in der Sauerstoffkonzentration des zu messenden Gases verbessert wird.

Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung sind ein Referenzsauerstoffraum und der innere Raum zwischen einer Heizelementenschicht und der Festelektrolytschicht angeordnet. Auf diese Weise kann im Vergleich zu dem Fall, bei dem getrennte, elektrisch isolierende Keramiksubstrate zur Bildung des Referenzsauerstoffraums und des inneren Raums verwendet werden, mit welchen eine Heizelementenschicht kombiniert ist, die durch die Heizelementenschicht erzeugte Wärme effektiver auf die Festelektrolytschicht übertragen werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Schnittansicht eines Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselements gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 2** eine schematische Explosionsdarstellung des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 3** eine Schnittansicht einer Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrichtung, in welcher das Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement Anwendung findet,

**Fig. 4** eine schematische Schnittansicht eines Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 5** eine schematische Explosionsdarstellung des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 6** eine schematische Schnittansicht eines Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 7** eine schematische Explosionsdarstellung des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 8** eine schematische Schnittansicht eines Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 9** eine schematische Explosionsdarstellung des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 10** eine schematische Schnittansicht eines Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel,

**Fig. 11** eine schematische Explosionsdarstellung des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel,

**Fig. 12** eine schematische Schnittansicht eines Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß einem

sechsten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 13** eine schematische Explosionsdarstellung des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 14** eine schematische Schnittansicht eines Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 15** eine schematische Explosionsdarstellung des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 16** eine schematische Schnittansicht eines Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß einem achten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 17** eine schematische Explosionsdarstellung des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß dem achten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 18** eine schematische Schnittansicht eines Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 19** eine schematische Explosionsdarstellung des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel,

**Fig. 20** eine grafische Darstellung zur Veranschaulichung einer Steuerungsschaltung zur Verwendung in Verbindung mit dem Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement,

**Fig. 21** eine schematische Schnittansicht eines bekannten Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes,

**Fig. 22** eine schematische Schnittansicht eines Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß einem elften Ausführungsbeispiel, und

**Fig. 23** eine schematische Explosionsdarstellung des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes gemäß dem elften Ausführungsbeispiel.

### 35 Erstes Ausführungsbeispiel

Ein Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 2 beschrieben.

Gemäß den Fig. 1 und 2 umfaßt das Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 ein Heizelement 4, einen Abstandsteil 5, einen Sauerstoffpumpenteil 2 und einen Sauerstoffsensorteil 3, die auf derselben Festelektrolytschicht 35 angeordnet sind.

Aus katalytischem Material wie beispielsweise Platin oder dergleichen bestehende Elektroden 7 und 8 sind mittels eines Siebdruckverfahrens auf einander gegenüberliegenden Seiten der flachen Festelektrolytschicht 35 angeordnet, die ihrerseits aus mit Yttrium versetztem Zirkoniumoxid bestehen, wodurch der Sauerstoffpumpenteil 2 ausgebildet ist. Die Festelektrolytschicht 35 wird durch ein Verfahren mittels eines Abstreichmessers (Doctorverfahren) oder eines gleichartigen Schichtenauftragungsverfahrens gebildet. Die Festelektrolytschicht 35 weist eine Dicke im Bereich von 50 bis 300 µm auf, vorzugsweise in einem Bereich von 100 bis 200 µm im Hinblick auf einen Ausgleich zwischen dem elektrischen Widerstand und der Stärke der Schicht. Die Elektroden 7 und 8 liegen in ihrer Dicke in einem Bereich von 1 bis 20 µm, vorzugsweise im Bereich von 5 bis 10 µm im Hinblick auf ihre Temperaturwiderstandsfähigkeit und Gasdiffusionsfähigkeit. Die Festelektrolytschicht 35 weist eine Öffnung 35a auf und die Elektroden 7 und 8 weisen Öffnungen 7a und 8a auf, wobei die Öffnungen derart angeordnet sind, daß sie miteinander fluchten. Die Öffnungen 35a, 7a und 8a bilden eine Ver-

bindungsöffnung 9 durch den Sauerstoffpumpenteil 2, die als Diffusionswiderstandseinrichtung dient. Zur Verhinderung einer Verstopfung der Verbindungsöffnung 9 mit einem pulverförmigen Stoff wie beispielsweise im zu messenden Gas enthaltenem Ruß, ist eine poröse keramische Schutzeinrichtung 10 vorgesehen zur Abdeckung der gesamten Elektrode 7. Die Schutzeinrichtung 10 ist unter Anwendung und Backen einer porösen Paste aus keramischem isolierendem Material wie beispielsweise Aluminiumoxid gebildet.

Ferner sind im Siebdruckverfahren aufgebrachte Elektroden 12 und 13 getrennt voneinander auf derselben Seite wie die Elektrode 8 auf der Festelektrolytschicht 35 angeordnet, wodurch der Sauerstoffsensorteil 3 gebildet wird. Somit sind der Sauerstoffpumpenteil 2 und der Sauerstoffsensorteil 3 auf derselben Festelektrolytschicht 35 ausgebildet. Die Elektroden 12 und 13 sind hinsichtlich des Material identisch mit den Elektroden 7 und 8 des Sauerstoffpumpenteils 2.

Das schichtenförmige Heizelement 4 umfaßt ein Substrat 14 aus keramischem isolierendem Material wie beispielsweise Aluminiumoxid, einen elektrischen Heizteil 15, der durch Ausbildung eines elektrischen Widerstandsmaterials wie beispielsweise Platin im Siebdruckverfahren auf der Oberfläche des Substrats 14 ausgebildet ist, und ein Substrat 16 zur Abdeckung des elektrischen Heizteils 15, bestehend aus keramischem isolierendem Material.

Der flache, U-förmige Abstandsteil 5 besteht aus keramischem isolierendem Material wie beispielsweise Aluminiumoxid. Der Abstandsteil 5 umfaßt einen in Längsrichtung angeordneten Schlitz im bezüglich der Querrichtung mittleren Bereich von einem Teil gegenüber der Elektrode 13 des Sauerstoffsensorteils 3 zu einem Ende desselben, wenn die Teile miteinander verbunden sind. Dieser Schlitz dient als Öffnung 20 zur Bildung eines Luftdurchgangs 19, in welchem als Referenzsauerstoffsubstanz dienende Luft vorhanden ist. Ferner weist der Abstandsteil 5 eine Öffnung 36 zwischen seinem anderen Ende und der Öffnung 20 auf. Die Öffnung 36 bildet einen inneren Raum 17, der ausreichend groß ist zur Unterbringung der Elektrode 8 und der Elektrode 12 auf der Festelektrolytschicht 35, wenn diese Teile zusammengesetzt sind. Ferner weist der Abstandsteil 5 ein Teil 21 zwischen der Öffnung 36 und der Öffnung 20 auf, mittels dessen der innere Raum 17 vom Luftdurchgang 19 abgetrennt wird, wenn die Teile zusammengesetzt sind.

Der Abstandsteil 5 ist der Festelektrolytschicht 35 auf derselben Seite wie die Elektroden 8, 12 und 13 überlagert. Der Abstandsteil 5 ist in der Weise angeordnet, daß die Öffnung 36 gegenüber den Elektroden 8 und 12 und die Öffnung 20 gegenüber der Elektrode 13 angeordnet sind. Das Heizelement 4 ist auf dem Abstandsteil 5 mittels eines Substrats 16 angeordnet. Somit sind das Heizelement 4, der Abstandsteil 5 und die Festelektrolytschicht 35 mit dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 geschichtet aufgebaut und in den Fig. 1 und 2 dargestellt. Die Schichtenanordnung wird mittels Thermokompressionsboden und Backen verbunden. Somit sind, wie in Fig. 1 dargestellt, der innere Raum 17 und der Luftdurchgang 19 ausgebildet.

Nachstehend wird nun ein Herstellungsverfahren für das Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 beschrieben.

Viele Festelektrolytschichten 35, Abstandsteile 5 und Substrate 14 und 16 für die Heizelemente 4 werden jeweils zuerst längs und quer miteinander verbunden.

Elektroden 7, 8, 12 und 13 werden im Siebdruckverfahren auf den Festelektrolytschichten 35 aufgebracht und es werden die elektrischen Heizteile 15 im Siebdruckverfahren auf den Substraten 14 zur Bildung der Heizelemente 4 aufgebracht. Sodann werden die Substrate 14 für die Heizelemente 4, die Substrate 16 für die Heizelemente 4, die Abstandsteile 5 und die Festelektrolytschichten 35 von unten nach oben gestapelt und mittels Thermokompressionsboden miteinander verbunden.

Die gebondete Anordnung wird sodann gebacken und in einzelne Teile aufgeteilt. Somit kann eine große Menge von Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementen 1 gleichzeitig im Rahmen eines Prozesses hergestellt werden. Dieses Verfahren ist somit recht effizient und erlaubt eine kostengünstige Massenproduktion.

Nachstehend wird nun die Wirkungsweise dieses Aufbaus gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben.

Zuerst kann infolge der Anordnung des Sauerstoffpumpenteils 2 und des Sauerstoffsensorteils 3 auf derselben Festelektrolytschicht 35 die Anzahl der Festelektrolytschichten 35 vermindert werden, wodurch sich der gesamte Aufbau vereinfacht. Da sich somit die Anzahl der Festelektrolytschichten 35 vermindert, kann ferner die gesamte Wärmekapazität vermindert werden, so daß das Heizelement 4 die Festelektrolytschicht 35 mit größerer Wirksamkeit aufheizen kann. Somit kann die Temperatur des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselements 1 schneller angehoben werden (schnellere Aktivierung). Da der Sauerstoffpumpenteil 2 und der Sauerstoffsensorteil 3 gemeinsam aufgeheizt werden, ergibt sich hierdurch eine gleichförmige Aufheizung beider Teile. Dies trägt ebenfalls zu einer schnelleren Aktivierung des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselements 1 bei. Ferner werden die Herstellungs- und Materialkosten für die Festelektrolytschicht 35 vermindert.

Als Ergebnis der Verminderung der Anzahl der Festelektrolytschichten 35 vermindern sich ebenfalls die Verbindungsoberflächen zwischen jeweiligen Teilen, wodurch eine Trennung zwischen einzelnen Teilen infolge von Unterschieden im Kontraktionskoeffizienten und thermischen Ausdehnungskoeffizienten zwischen den Teilen während des Backens und der Verwendung weniger wahrscheinlich ist. Dies verhindert fehlerhafte Bauteile.

Zum Zweiten ist ein Heizelement 4 vorgesehen, das aus einem Substrat 14 als Isolationsschicht, einem elektrischen Heizteil 15 und einem weiteren Substrat 16 besteht. Das Heizelement 4 dient als keramische Isolationsschicht zur Bildung (Definition) des inneren Raums 17 und des Luftdurchgangs 19 in Verbindung mit der Festelektrolytschicht 35. Durch diese Anordnung kann die Wärme zur Festelektrolytschicht 35 in effektiverer Weise übertragen werden als bei einem denkbaren Aufbau, bei welchem ein getrenntes Substrat zur Bildung des inneren Raums 17 und des Luftdurchgangs 19 in Verbindung mit der Anordnung des Heizelements 4 auf dem Substrat vorgesehen ist.

Zum Dritten steht der innere Raum 17 in Verbindung mit dem zu messenden Gas über die Verbindungsöffnung, die durch die Festelektrolytschicht 35 in Dickenrichtung ausgebildet ist und die als Verbindungsseinrichtung dient. Ändert sich nun die Atmosphäre eines zu messenden Gases, dann muß das Gas mit der neuen Atmosphäre in den inneren Raum 17 eingeleitet werden. Die Verbindungsöffnung 9 kann schließlich auch die Einströmme des zu messenden Gases steuern. Es ist beispielsweise auch möglich, eine Vielzahl von Verbin-

dungsöffnungen 9 vorzusehen.

Zum Vierten sind der Luftdurchgang 19 und der innere Raum 17 durch die Festelektrolytschicht 35 und das Heizelement 4 (Isolationsschicht) gebildet. Ferner ist auch der Abstandsteil 5 mit den Öffnungen 20 und 36 zur Bildung des Luftdurchgangs 19 und des inneren Raums 17 und mit dem Teil 21 zum Abtrennen der Öffnungen 20 und 36 zwischen der Festelektrolytschicht 35 und dem Heizelement 4 angeordnet.

Zum Fünften sind die Elektroden 7 und 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 auf gegenüberliegenden Seiten der Festelektrolytschicht 35 angeordnet. D. h., die Elektrode 8 ist auf einer ersten Seite gegenüber dem Heizelement 4 ausgebildet, während die Elektrode 7 auf einer zweiten, dem zu messenden Gas ausgesetzten Seite ausgebildet ist. Ebenso sind die voneinander getrennten Elektroden 12 und 13 des Sauerstoffsensorteils 3 auf der ersten Seite der Festelektrolytschicht 35 ausgebildet.

Mit den vierten und fünften Aufbaumerkmalen können der innere Raum 17 und der Luftdurchgang 19 auf einfache Weise und gleichzeitig ausgebildet werden durch Anordnen der Festelektrolytschicht 35 und des Heizelements 4 in der Weise, daß diese einander gegenüber liegen und der Abstandsteil 5 zwischen diesen angeordnet ist. Dieser Vorteil wird noch vergrößert durch die Ausbildung eines Paars von Elektroden 12 und 13 des Sauerstoffsensorteils 3 auf der ersten Seite der Festelektrolytschicht 35, auf der die Elektrode 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 ausgebildet ist.

Der vorstehend beschriebene Aufbau ist auch vorteilhaft für die Herstellung. Da der innere Raum 17 und der Luftdurchgang 19 in derselben Ebene ausgebildet sind, kann die Gesamtgröße der Schichten in Richtung der Dicke der Festelektrolytschicht 35 kleiner ausfallen im Vergleich zu dem Falle, bei dem beispielsweise der Luftdurchgang 19 auf der zweiten (dem zu messenden Gas ausgesetzten) Seite der Festelektrolytschicht 35 ausgebildet ist. Im Ergebnis kann somit insgesamt das Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement kompakter ausgeführt werden. Ferner trennt der Teil 21 in verlässlicher Weise den Luftdurchgang 19 vom inneren Raum 17 ab, wodurch ein Lecken von Gas zwischen beiden Räumen verhindert wird.

Da ferner eine Schutzeinrichtung 10 vorgesehen ist zum Abdecken der Elektrode 7 mit der Verbindungsöffnung 9 kann ein Verstopfen der Verbindungsöffnung 9 mit festen Stoffen (beispielsweise mit Kohlenstoff), die im zu messenden Gas enthalten sein können, verhindert werden und es kann ferner eine Verschlechterung der Elektrode 7 durch im zu messenden Gas enthaltenes Phosphor, Schwefel und dergleichen verhindert werden.

Der Aufbau einer Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrichtung 22, die das Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 gemäß Fig. 1 verwendet, wird nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben.

Die Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrichtung 22 besteht aus einem Gehäuse 23 zur Aufnahme des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1, einer Luftabdeckung 24, die in Kontakt mit der Luft ist, und einer Abgasabdeckung 25, die sich in der Abgasanlage befindet. Auf beiden Seiten des hinteren Endes des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1, bei welchem der Luftdurchgang 19 vorhanden ist, sind Verbindungsleitungen 26 vorgesehen. Das Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 ist in einer im Isolationsteil 33 angeordneten Durchgangsöffnung 33a eingesetzt. Der Raum zwischen dem Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 und dem Isolationsteil 33 ist mit einer

isolierenden Dichtungsmasse 34 ausgefüllt, womit das Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 mit dem Isolationsteil 33 und dem Gehäuse 23 fixiert ist. Im mittleren Bereich des Gehäuses 23 ist ein runder Flansch 27 vorgesehen. Die Luftabdeckung 24 ist an einem Ende des Gehäuses 23 angebracht, an welchem der Luftdurchgang 19 des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 liegt. Die Abgasabdeckung 25 ist am anderen Ende des Gehäuses 23 angebracht.

10 Die Luftabdeckung 24 besteht aus einer Hauptabdeckung 28, die mit dem Gehäuse 23 verbunden ist, und einer Unterabdeckung 29, die das hintere Ende der Hauptabdeckung 28 abdeckt. Die Hauptabdeckung 28 und die Unterabdeckung 29 weisen Lufteinlässe 28a und 29a auf zur jeweiligen Einströmung von Luft in die Luftabdeckung 24 zur Messung einer Referenzsauerstoffkonzentration. Ein wasserabweisendes Filter 32 ist zwischen die Lufteinlässe 28a der Hauptabdeckung 28 und die Lufteinlässe 29a der Unterabdeckung 29 zur Wasserdichtung eingesetzt. Somit kann Luft in die Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrichtung 22 einströmen, während Wasser zurückgehalten wird.

15 Die Luftabdeckung 24 ist an beiden Enden offen. Die mit dem Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 durch Löten oder Schweißen verbundenen Anschlußleitungen 26 werden aus der Luftabdeckung an einem Ende entgegengesetzt zum Gehäuse 23 herausgeführt.

20 Die Abgasabdeckung 25 besteht aus einer inneren Abdeckung 30 und aus einer äußeren Abdeckung 31, wobei beide aus rostfreiem Stahl bestehen und eine doppelwandige Struktur ergeben. Die innere Abdeckung 30 und die äußere Abdeckung 31 weisen beide Abgasöffnungen 30a und 31a auf zur jeweiligen Einströmung von Abgas in die Abgasabdeckung 25.

25 Die Wirkungsweise des ersten Ausführungsbeispiels wird nachstehend beschrieben.

30 Die Abgasabdeckung 25 der Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrichtung 22 wird in die Abgasanlage einer Fahrzeugmaschine eingesetzt. Die Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrichtung 22 nimmt Abgas in die Abgasabdeckung 25 über die Abgasöffnungen 30a und 31a auf, während der Sauerstoffpumpenteil 2 des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 Abgas in den inneren Raum 17 aufnimmt. Demgegenüber nimmt die Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrichtung 22 Luft in die Luftabdeckung 24 durch die Lufteinlässe 28a und 29a auf, wobei die Luft in den Luftdurchgang 19 des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 eingeleitet wird.

35 Die eingeleitete Luft dient somit als Gas mit einer Referenzsauerstoffkonzentration. Ferner wird zu messendes Gas in den inneren Raum 17 über die Verbindungsöffnung 9 eingeleitet. Der Sauerstoffsensorteil 3 gibt eine Sensorspannung entsprechend einer elektromotorischen Kraft infolge des Unterschieds zwischen der Sauerstoffkonzentration im Luftdurchgang 19 und der Sauerstoffkonzentration im zu messenden Gas im inneren Raum 17 ab. An den Sauerstoffpumpenteil 2 wird eine Spannung zum Erreichen eines konstanten Ausgangssignals des Sauerstoffsensorteils 3 angelegt, d. h. zur Aufrechterhaltung der Sauerstoffkonzentration auf einem vorbestimmten Pegel im inneren Raum 17, der mit dem zu messenden Gas in Verbindung steht, wobei Sauerstoff vom äußeren Raum in den inneren Raum 17 aufgenommen wird, in dem sich zu messendes Gas befindet, oder vom inneren Raum 17 in den Außenraum abgegeben wird. Diese Bewegung des Sauerstoffs (der Sauerstoffionen) verursacht einen Strom durch den

Sauerstoffpumpenteil 2. Die Größe dieses Stroms wird mit der Sauerstoffkonzentration im zu messenden Gas korreliert. Somit kann durch Messen der Größe des durch den Sauerstoffpumpenteil 2 fließenden Stroms die Konzentration des Sauerstoffs im zu messenden Gas erfaßt werden.

#### Zweites Ausführungsbeispiel

Ein Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 4 und 5 beschrieben. Im Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird das Volumen des inneren Raums 17 des Sauerstoffpumpenteils 2 mittels eines Volumenanpassungssteils 44, das als Volumenanpassungseinrichtung dient, vermindert.

Wie aus den Fig. 4 und 5 erkennbar ist, ist das zweite Ausführungsbeispiel im wesentlichen identisch mit dem ersten Ausführungsbeispiel mit der Ausnahme, daß das Volumen des inneren Raums 17 des Sauerstoffpumpenteils 2 durch Verwendung des Volumenanpassungssteils 44 vermindert ist. Das Volumenanpassungsteil 44 ist eine flache Schicht, die aus demselben Material wie der Abstandsteil 5 besteht, d. h. aus elektrisch isolierendem keramischem Material wie beispielsweise Aluminiumoxid. Der Volumenanpassungsteil 44 ist am Substrat 16 des Heizelements 4, das als Isolationsschicht dient, an einem Teil in Verbindung mit dem inneren Raum 17 angebracht.

Wie aus Fig. 5 erkennbar ist, weist der Volumenanpassungsteil 44 im wesentlichen die gleiche Größe wie die Öffnung 36 auf und seine Dicke ist dünner als diejenige des Abstandsteils 5 mit 10 bis 200 µm. Wird somit der Abstandsteil 5 auf dem Heizelement 4 angeordnet und wird sodann der Volumenanpassungsteil 44 in die Öffnung 36 des Abstandsteils 5 eingepaßt, dann wird der innere Raum 17 mit einer Höhe von 10 bis 200 µm in der Öffnung 36 gebildet.

Die anderen Teile sind identisch mit denjenigen des ersten Ausführungsbeispiels, so daß eine Beschreibung nicht erforderlich ist.

Nachstehend wird nun die Wirkungsweise des zweiten Ausführungsbeispiels beschrieben.

Als Ergebnis der Einpassung des Volumenanpassungssteils 44 in die Öffnung 36 des Abstandsteils 5 wird das Volumen des inneren Raums 17 des Sauerstoffpumpenteils 2, in welchen zu messendes Gas eingeleitet wird, kleiner als derjenige gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Somit ist es möglich, das Volumen des inneren Raums 17 des Sauerstoffpumpenteils 2 ohne schwierige Herstellungsverfahren zu vermindern und den Abstandsteil 5 so einzusetzen, als wäre der Abstandsteil 5 selbst dünner gearbeitet. Ferner wird ebenfalls die zum Einleiten und Ausströmen des zu messenden Gases des – Sauerstoffpumpenteils 2 erforderliche Zeit vermindert, wodurch die Ansprechempfindlichkeit des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes 1 verbessert werden kann.

In gleicher Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel kann die Anzahl der Festelektrolytschichten 35 vermindert werden, wodurch die Effektivität der Aufheizung durch das Heizelement 4 verbessert wird.

#### Drittes Ausführungsbeispiel

Ein Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorlie-

genden Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 6 und 7 beschrieben. Bei dem Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird ein zur Verminderung des inneren Raums eines Sauerstoffpumpenteils geeigneter geformter Einsatz als Volumenanpassungseinrichtung und anstelle eines Abstandsteils verwendet.

Gemäß den Fig. 6 und 7 ist der geformte Einsatz 45 im wesentlichen ein rechteckiges Parallelepiped, das aus keramischem isolierendem Material wie beispielsweise Aluminiumoxid besteht. Eine offene Vertiefung 46 mit einem etwa 10 bis 200 mm tiefen Boden 47 ist im geformten Einsatz 45 in einem Bereich gegenüber der Elektrode 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 und der Elektrode 12 des Sauerstoffsensorteils 3 ausgebildet. Gemäß Fig. 6 ist ein Luftdurchgang 48 mit einer L-förmigen Querschnittsfläche durch den geformten Einsatz 45 gebildet. Der Luftdurchgang 48 verläuft von einem Bereich gegenüber der Elektrode 13 des Sauerstoffsensorteils 3 zum hinteren Ende und entgegengesetzt demjenigen Ende, bei dem die offene Vertiefung 46 angeordnet ist. Der derart ausgebildete geformte Einsatz 45 ist im Spritzgußverfahren oder mit ähnlichen Verfahren hergestellt. Die anderen Teile sind mit denjenigen Teilen des ersten Ausführungsbeispiels identisch, so daß eine entsprechende Beschreibung entbehrlich ist.

Die Wirkungsweise des dritten Ausführungsbeispiels wird nachstehend beschrieben.

Die offene Vertiefung 46 mit dem Boden 47 ist im geformten Einsatz 45 ausgebildet, der als Abstandsteil dient, wobei der innere Raum 17 des Sauerstoffpumpenteils 2 vermindert werden kann zur Erzielung desselben Effekts wie beim zweiten Ausführungsbeispiel. Zusätzlich wird jedoch der Aufbau noch einfacher als beim zweiten Ausführungsbeispiel, das mit einem Volumenanpassungssteil 44 als separatem Bauteil ausgerüstet ist.

#### Viertes Ausführungsbeispiel

Ein Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 8 und 9 beschrieben. Bei dem Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ein Heizelement auf beiden Seiten des Sauerstoffpumpenteils 2 und des Sauerstoffsensorteils 3 angeordnet.

Gemäß den Fig. 8 und 9 entspricht das vierte Ausführungsbeispiel dem ersten Ausführungsbeispiel mit der Ausnahme, daß ein weiteres Heizelement 50 auf der Seite der Festelektrolytschicht 35 vorgesehen ist, deren Seite dem zu messenden Gas ausgesetzt ist. Das Heizelement 50 besteht aus einem Substrat 51 aus einem elektrisch isolierendem Material wie beispielsweise Aluminiumoxid, einem Substrat 53 aus einem elektrisch isolierendem Material wie Aluminiumoxid, das das Substrat 51 bedeckt, einem zwischen den Substraten 51 und 53 angeordneten elektrischen Heizteil 52 aus einem elektrischen Widerstandsmaterial wie Platin, und Anschlußleitungen 52b, die mit dem elektrischen Heizteil 52 verbunden sind und aus demselben Material bestehen wie der elektrische Heizteil 52.

In diesem vierten Ausführungsbeispiel weisen die Substrate 16 und 53 der Heizelemente 4 und 50 dieselbe Länge auf, wobei sie jedoch länger als die Substrate 14 und 51 sind. Infolge dieses Unterschieds in der Länge sind die Anschlußleitungen 15b des Heizelements 4 und die Anschlußleitungen 52b des Heizelements 50 jeweils

in Endbereichen der Substrate 16 und 53 angeordnet. Dies vereinfacht externe Anschlüsse der Anschlußleitungen 15b und 52b.

Die Festelektrolytschicht 35 und der Abstandsteil 5 weisen dieselbe Länge auf und sind länger als die Heizelemente 4 und 50, wie in Fig. 9 dargestellt.

Eine Anschlußleitung 7b der Elektrode 7 des Sauerstoffpumpenteils 2 ist auf der zweiten Seite der Festelektrolytschicht 35 an deren Seitenkante ausgebildet und mit einem Anschluß 7c verbunden, der auf der Festelektrolytschicht 35 an einer Ecke angeordnet ist.

Eine Anschlußleitung 8b der Elektrode 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 und Anschlußleitungen 12b und 13b der Elektroden 12 und 13 des Sauerstoffsensorteils 3 sind auf der ersten Seite der Festelektrolytschicht 35 ausgebildet. Die Anschlußleitung 8b verläuft entlang einer Seitenkante der Festelektrolytschicht 35, die Anschlußleitung 12b verläuft entlang der anderen Seitenkante der Festelektrolytschicht 35 und die Anschlußleitung 13b verläuft in der Nähe der Mittellinie der Festelektrolytschicht 35. Diese Anschlußleitungen 8b, 12b und 13b sind mit den entsprechenden Anschlüssen 8c, 12c und 13c verbunden, die in einem Endbereich der Festelektrolytschicht 35 ausgebildet sind, wobei die Anschlüsse 8c und 12c in den Ecken angeordnet sind und der Anschluß 13c im wesentlichen in der Mitte angeordnet ist.

Im Endbereich des Abstandsteils 5 sind drei Durchgangsöffnungen 54 an Stellen entsprechend den Anschlüssen 8c, 12c und 13c angeordnet. Der Abstandsteil 5 ist mit Anschlüssen 55 auf der zu den Anschlüssen 8c, 12c und 13c entgegengesetzten Seite derart ausgerüstet, daß die Anschlüsse 55 an Stellen entsprechend den drei Durchgangsöffnungen 54 angeordnet sind. Die Anschlüsse 8c, 12c und 13c der Anschlußleitungen 8b, 12b und 13b sind mit den drei Anschlüssen 55 über Leitlack verbunden, mit dem die Durchgangsöffnungen 54 ausgefüllt sind.

Die im Abstandsteil 5 ausgebildete Öffnung 20 ist schmäler als beim ersten Ausführungsbeispiel und ist schlitzförmig ausgeführt. Eine mit der Öffnung 20 integral ausgebildete Öffnung 22 weist eine rechteckige Form auf, die im wesentlichen die gleichen Abmessungen wie die Elektrode 13 hat.

Im Substrat 51 des Heizelements 50 ist an einer Stelle im Bereich der Elektrode 7 des Sauerstoffpumpenteils 2 eine Öffnung 56 ausgebildet, wobei die Elektrode 7 dem zu messenden Gas ausgesetzt wird. Da die Elektrode 7 über die Öffnung 56 zugänglich ist, ist eine poröse keramische Schutzeinrichtung 10 in die Öffnung 56 zur Abdeckung der Elektrode 7 eingesetzt.

Die vorstehend genannten Anschlüsse bestehen aus demselben Material wie die Anschlußleitungen und der die Durchgangsöffnungen 54 ausfüllende Leitlack besteht aus demselben Material wie die Anschlußleitungen.

Die Wirkungsweise des vierten Ausführungsbeispiels wird nachstehend beschrieben.

Im vierten Ausführungsbeispiel sind die Heizelemente 4 und 50 jeweils auf gegenüberliegenden Seiten der Festelektrolytschicht 35 angeordnet, so daß die Festelektrolytschicht 35 von beiden Seiten erhitzt werden kann. Somit ist die Heizfähigkeit höher im Vergleich zu dem Fall, bei dem das Heizelement 4 lediglich auf einer Seite gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel angeordnet ist. Im Ergebnis kann die Temperaturverteilung in Richtung der Dicke der Festelektrolytschicht 35 flacher gehalten werden, wodurch die Festelektrolytschicht 35

wirksamer aufgeheizt werden kann. Dies vermindert die elektrische Belastung der Heizelemente 4 und 50, so daß eine Verschlechterung wie beispielsweise ein Leitungsbruch mit geringerer Wahrscheinlichkeit auftreten kann.

Obwohl eine Vielzahl von Schichten aufeinander angeordnet ist, können die Anschlußleitungen der Heizelemente 4 und 50 des Sauerstoffpumpenteils 2 und des Sauerstoffsensorteils 3 günstig angeordnet und mit den Durchgangsöffnungen 54 und den Anschlüssen 7c, 8c, 12c und 13c kombiniert werden, wobei die Anschlußleitungen in sicherer Weise zur Herstellung externer Verbindungen herausgeführt werden können.

Ferner benötigen die Öffnungen 20 und 22 zur Ausbildung des Luftdurchgangs 19 einen kleineren Bereich, wobei die Verbindungsfläche zwischen dem Abstandsteil 5 und der Festelektrolytschicht 35 und zwischen dem Abstandsteil 5 und dem Substrat 16 des Heizelements 4 vergrößert werden kann. Im Ergebnis kann somit ein Auftrennen der jeweiligen Schichten wirksam vermieden werden.

#### Fünftes Ausführungsbeispiel

Unter Bezugnahme auf die Fig. 10 und 11 wird nachstehend ein Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel beschrieben. Bei dem Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement werden der Sauerstoffpumpenteil 2 und der Sauerstoffsensorteil 3 auf derselben Festelektrolytschicht 35 ausgebildet, und es ist eine Schlitzöffnung in Breitenrichtung der Festelektrolytschicht 35 zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 vorgesehen zur Unterdrückung eines Leckstroms zwischen den beiden Teilen.

Gemäß den Fig. 10 und 11 ist ein Schlitz 58, der kleiner ist als die Breite der Festelektrolytschicht 35 in der Festelektrolytschicht 35 über die Breite derart ausgebildet, daß der Schlitz 58 zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 angeordnet ist.

Der Schlitz 58 ist in der Festelektrolytschicht 35 über die gesamte Dicke vorgesehen und zwischen den Elektroden 7 und 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 und der Elektrode 12 des Sauerstoffsensorteils 3 angeordnet. Gemäß Fig. 11 ist die Länge des Schlitzes 58 in der Breitenrichtung der Festelektrolytschicht 35 länger als die Länge der Elektroden 8 und 12 in der Breitenrichtung der Festelektrolytschicht 35.

Die Elektrode 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 und die Elektroden 12 und 13 des Sauerstoffsensorteils 3 sind über entsprechende Anschlußleitungen 8b, 12b und 13b mit den Anschlüssen 55 verbunden, die im Endbereich des Abstandsteils 5 ausgebildet sind. Der Abstandsteil 5 ist länger als das Substrat 14 des Heizelements 4 und die Festelektrolytschicht 35, wobei die Anschlüsse 55 für externe Beschaltungen vorgesehen sind.

Das Substrat 16 des Heizelements 4 weist dieselbe Länge wie der Abstandsteil 5 auf und ist länger als das Substrat 14, so daß die zwischen dem Substrat 14 und dem Substrat 16 befindlichen Anschlußleitungen 15b des Heizelements 15 freiliegen, so daß die Anschlußleitungen 15 kontaktiert werden können. Die Elektrode 7 des Sauerstoffpumpenteils 2 ist mit dem Anschluß 7c verbunden, der an einem Ende der Festelektrolytschicht 35 angeordnet ist. Die keramische Schutzeinrichtung 10 ist auf der Festelektrolytschicht 35 zur Abdeckung des Schlitzes 58 zusammen mit der Elektrode 7 ausgebildet.

Die Wirkungsweise des fünften Ausführungsbeispiels

wird nachstehend beschrieben.

Da sich der Sauerstoffpumpenteil 2 und der Sauerstoffsensorteil 3 dieselbe Festelektrolytschicht 35 teilen, kann ein Leckstrom zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 in Abhängigkeit vom Aufbau einer elektrischen Schaltung zur Verarbeitung von Signalen der Teile 2 und 3 fließen.

Gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel dient der in der Festelektrolytschicht 35 ausgebildete Schlitz 58 zur Verbesserung der elektrischen Isolationseigenschaften zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 und damit zur Verhinderung eines Leckstroms zwischen diesen beiden Teilen. Im Ergebnis wird damit ein nachstehend beschriebenes Problem vermieden.

Der Sauerstoffpumpenteil 2 nimmt Sauerstoff in den inneren Raum 17 auf und gibt diesen wieder ab, so daß der Sauerstoffsensorteil 3 eine Spannung entsprechend einem Luftüberschußverhältnis (1) von 1 abgibt, wobei eine Temperaturabhängigkeit unbeachtlich ist. Tritt jedoch beispielsweise ein Leckstrom zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 auf, dann wird eine Steuerung in der Weise durchgeführt, daß das Luft-Brennstoffverhältnis einen Wert annimmt, der vom Verhältnis (1) von 1 abweicht und der Steuerungsspannung entspricht. Ferner ist die Temperaturabhängigkeit nicht mehr unbeachtlich, wodurch eine weitere Verschlechterung bei der Durchführung der Verbrennung bewirkt wird. Gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel ist somit zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 der Schlitz 58 vorgesehen, womit ein Leckstrom zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 in wirksamer Weise verhindert werden kann. Somit wird das vorstehend beschriebene Problem vermieden.

Der Schlitz 58 kann mit einem keramischen isolierenden Material wie beispielsweise Aluminiumoxid zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit der Außenbereiche gefüllt werden. In diesem Fall kann beispielsweise eine Verbindungsöffnung im Abstandsteil 5 vorgesehen werden zum Einleiten von zu messendem Gas in den inneren Raum 17.

#### Sechstes Ausführungsbeispiel

Ein Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 12 und 13 beschrieben. Bei dem Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind der Sauerstoffpumpenteil 2 und der Sauerstoffsensorteil 3 auf derselben Festelektrolytschicht 35 ausgebildet, und der Luftdurchgang 19 ist auf der Seite der Festelektrolytschicht 35 ausgebildet, die entgegengesetzt zur Seite mit dem inneren Raum 17 angeordnet ist.

Bei dem in den Fig. 12 und 13 gezeigten sechsten Ausführungsbeispiel sind die Elektroden 12 und 13 auf einander gegenüberliegenden Seiten der Festelektrolytschicht 35 zur Bildung des Sauerstoffsensorteils 3 angeordnet, während bei den Ausführungsbeispielen eins bis fünf ein Paar von Elektroden auf derselben Seite der Festelektrolytschicht 35 zur Ausbildung des Sauerstoffsensorteils 3 ausgebildet sind.

Infolge des in dieser Weise ausgestalteten Sauerstoffsensorteils 3 ist der Luftdurchgang 19 entgegengesetzt zum inneren Raum 17 in Bezug auf die Festelektrolytschicht 35 angeordnet.

Im einzelnen ist dabei ein den Luftdurchgang bilden-

der Teil 62, bestehend aus einem Abstandsteil 60 aus keramischem isolierendem Material wie Aluminiumoxid und einem Substrat 59 aus keramischem isolierendem Material wie Aluminiumoxid auf der Festelektrolytschicht 35 angeordnet. Der Abstandsteil 60 umfaßt eine Öffnung 61 in einem Bereich der Elektrode 13, wenn die Teile auf der Festelektrolytschicht 35 angeordnet sind, sowie eine Öffnung 63, die sich entlang der Mittellinie bis zum rückwärtigen Ende erstreckt. Mittels der Öffnung 61 wird die Elektrode 13 freiliegend der Luft ausgesetzt, und die Öffnung 63 dient der Bildung des Luftdurchgangs 19.

Gemäß Fig. 12 umfaßt der Abstandsteil 5 eine Öffnung 18 nahe dem vorderen Ende im Bereich der Elektroden 8 und 12 zur Bildung eines Raums zwischen der Festelektrolytschicht 35 und dem Substrat 16 des Heizelements 4.

Das rückwärtige Ende des Substrats 59, das rückwärtige Ende der Festelektrolytschicht 35 und das rückwärtige Ende des Abstandsteils 5 sind jeweils zueinander ausgerichtet (rechte Seite in Fig. 13). Die auf derselben Seite der Festelektrolytschicht 35 angeordneten Elektroden 7 und 13 sind über die Anschlußleitungen 7b und 13b jeweils mit den Anschlüssen 7c und 13c verbunden, die auf der Festelektrolytschicht 35 in den rückwärtigen Ecken ausgebildet sind. Durchgangsöffnungen 70 sind im Substrat 59 in den rückwärtigen Ecken ausgebildet und Anschlüsse 71 sind in denselben Ecken vorgesehen. Ferner sind Durchgangsöffnungen 72 im Abstandsteil 60 in dessen rückwärtigen Ecken derart ausgebildet, daß die Durchgangsöffnungen 72 auf beiden Seiten der Öffnung 63 angeordnet sind. Die Anschlüsse 7b und 13c sind mit den Anschlüssen 71 über Leitlack, mit dem die Durchgangsöffnungen 70 und 72 ausgefüllt sind, verbunden.

Demgegenüber sind Durchgangsöffnungen 54 im Abstandsteil 5 in dessen rückwärtigen Ecken ausgebildet. Die Anschlüsse 8c und 12c der Elektrode 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 und die Elektrode 12 des Sauerstoffsensorteils 3 sind entsprechend den Durchgangsöffnungen 54 angeordnet. Die Anschlüsse 55 sind auf der Rückseite des Abstandsteils 5 in der Weise ausgebildet, daß die Anschlüsse 55 an Stellen entsprechend den Durchgangsöffnungen 54 angeordnet sind. Die Anschlüsse 8c und 12c sind mit den Anschlüssen 55 mittels Leitlack, mit dem die Durchgangsöffnungen 54 gefüllt sind, verbunden. Durchgangsöffnungen 73 sind im Substrat 16 des Heizelements 4 an dessen rückwärtigem Ende an Stellen entsprechend den Anschlußleitungen 15b des Heizteils 15 angeordnet. Ferner sind Anschlüsse 54 auf der Rückseite des Substrats 16 in der Weise ausgebildet, daß die Anschlüsse 74 an Stellen entsprechend den Durchgangsöffnungen 73 angeordnet sind. Die Anschlußleitungen 15b sind mit den Anschlüssen 74 über Leitlack, mit dem die Durchgangsöffnungen 73 gefüllt sind, verbunden.

Gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel sind die Elektroden 12 und 13 des Sauerstoffsensorteils 3 einander gegenüberliegend bezüglich der Festelektrolytschicht 35 wie im Falle des Sauerstoffpumpenteils 2 angeordnet. Folglich ist im Vergleich zu dem Fall, bei dem die Elektroden 12 und 13 des Sauerstoffsensorteils 3 Seite an Seite angeordnet sind, eine Vergrößerung der Länge der Festelektrolytschicht 35 in Verbindung mit einer Vergrößerung der Fläche einer Elektrode vermeidbar.

## Siebtes Ausführungsbeispiel

Ein Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 14 und 15 beschrieben. Das vorliegende Ausführungsbeispiel ist eine Änderung des sechsten Ausführungsbeispiels.

Gemäß den Fig. 14 und 15 werden ein getrenntes Substrat 59 und ein Abstandsteil 60 zur Bildung des Luftdurchgangs 19 wie im sechsten Ausführungsbeispiel verwendet. Beim sechsten Ausführungsbeispiel sind die Elektroden 7 und 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 auf entgegengesetzten Seiten der Festelektrolytschicht 35 angeordnet, wogegen beim siebten Ausführungsbeispiel die Elektroden 7 und 8 auf derselben Seite der Festelektrolytschicht 35 ausgebildet sind.

Wie in den Fig. 14 und 15 gezeigt ist, weist der Abstandsteil 5 einen Ausschnitt 5a an seinem vorderen Ende auf, durch den die Elektrode 7 des Sauerstoffpumpenteils 2 dem zu messenden Gas ausgesetzt wird.

Bei diesem siebten Ausführungsbeispiel wird die Verbindungsöffnung 9 ebenfalls in den Substraten 14 und 16 des Heizelements 4 zur Einleitung des zu messenden Gases in den inneren Raum 17 ausgebildet. Die poröse keramische Schutzeinrichtung 10 ist ebenfalls auf dem Substrat 14 des Heizelements 4 am offenen Ende der Verbindungsöffnung 9 vorgesehen.

Die Elektroden 7, 8, 12 und 13 des Sauerstoffpumpenteils 2 und des Sauerstoffsensorteils 3 werden für eine externe Beschaltung nach außen geführt, wobei in gleicher Weise wie beim sechsten Ausführungsbeispiel Durchgangsöffnungen und Anschlüsse entsprechend kombiniert werden.

Die Wirkungsweise des siebten Ausführungsbeispiels wird nachstehend beschrieben. Beim siebten Ausführungsbeispiel sind die Elektroden 7 und 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 auf derselben Seite der Festelektrolytschicht 35 ausgebildet, der Ausschnitt 5a ist im Endbereich des Abstandsteils 5 ausgebildet, wodurch die Elektrode 7 des Sauerstoffpumpenteils 2 dem zu messenden Gas ausgesetzt wird, und die Verbindungsöffnung 9 ist im Heizelement 4 ausgebildet. Im Vergleich zum sechsten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 12 kann somit das vordere Ende des Abstandsteils 60 zur Bildung des Luftdurchgangs 19 näher am vorderen Ende der Festelektrolytschicht 35 angeordnet werden. Auf diese Weise kann die Länge des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselementes vermindert werden.

## Achtes Ausführungsbeispiel

Ein Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß einem achten Ausführungsbeispiel wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 16 und 17 beschrieben. Im Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind der Sauerstoffpumpenteil 2 und der Sauerstoffsensorteil 3 auf derselben Festelektrolytschicht 35 aufgebracht.

Im achten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 16 und 17 sind die Elektroden 7 und 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 und die Elektroden 12 und 13 des Sauerstoffsensorteils 3 auf derselben Seite der Festelektrolytschicht 35 angeordnet. Ferner ist das Heizelement 4 direkt auf der anderen Seite der Festelektrolytschicht 35 ausgebildet.

Im einzelnen ist dabei ein Substrat 80 aus keramischem isolierendem Material wie beispielsweise Aluminiumoxid gegenüber der Festelektrolytschicht 35 ausge-

bildet, wobei der Abstandsteil 5, bestehend aus demselben Material wie das Substrat 80, dazwischen angeordnet ist. Das Heizelement 4 ist auf derjenigen Seite der Festelektrolytschicht 35 angeordnet, die entgegengesetzt ist zu der Seite, die vom Substrat 80 abgedeckt ist. Die jeweils getrennt nebeneinander angeordneten Elektroden 7, 8, 12 und 13 sind auf der Festelektrolytschicht 35 auf derselben Seite wie das Substrat 80 ausgebildet. Der Abstandsteil 5 weist einen Ausschnitt 5a auf, mittels dessen die Elektrode 7 dem zu messenden Gas ausgesetzt wird, eine Öffnung 36 zur Bildung des inneren Raums 17 mit der Festelektrolytschicht 35 und freiliegende Elektroden 8 und 12 zur Bildung des inneren Raums 17, sowie Öffnungen 20 und 22 zur Bestimmung des Luftdurchgangs 19, wodurch die Elektrode 13 zum derart bestimmten Durchgang 19 frei liegt.

Wie beim fünften Ausführungsbeispiel ist der Schlitz 58 zur Verhinderung eines Leckstroms zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 in der Festelektrolytschicht 35 in der Weise ausgebildet, daß der Schlitz 58 zwischen den Elektroden 8 und 12 angeordnet ist, um beide Elektroden gegeneinander zu isolieren. Ferner sind gemäß dem achten Ausführungsbeispiel zur Verwendung des Schlitzes 58 als Öffnung zum Einleiten von zu messendem Gas in den inneren Raum 17 Öffnungen 14a und 16a in den Substraten 14 und 16 des Heizelements 4 an Stellen entsprechend dem Schlitz 58 ausgebildet. Die Öffnungen 14a und 16a bilden die Verbindungsöffnung 9.

Ferner sind im achten Ausführungsbeispiel wie bei den anderen Ausführungsbeispielen die Anschlußleitungen 7b und 8b der Elektroden 7 und 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 und die Anschlußleitungen 12b und 13b der Elektroden 12 und 13 des Sauerstoffsensorteils 3 mit Anschläßen 78 unter Verwendung der Durchgangsöffnungen 54 im Abstandsteil 5 und der Durchgangsöffnungen 77 im Substrat 80 verbunden. Des Weiteren sind die Anschlußleitungen 15b des Heizelements 4 mit den Anschläßen 76 unter Verwendung der Durchgangsöffnungen 75 im Substrat 14 verbunden.

Die Wirkungsweise des achten Ausführungsbeispiels wird nachstehend beschrieben. Ein Paar von Elektroden 7 und 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 und ein Paar von Elektroden 12 und 13 des Sauerstoffsensorteils 3 sind auf derselben Seite der Festelektrolytschicht 35 ausgebildet, wodurch Vorteile hinsichtlich der Herstellung entstehen. Da ferner die auf der Festelektrolytschicht 35 ausgebildeten Elektroden mittels eines einzigen Prozesses hergestellt werden können, wird auch hierbei ein Vorteil bei der Herstellung erzielt. Da das Heizelement 4 direkt auf der Festelektrolytschicht 35 angeordnet ist, wirkt die mittels des Heizelements 4 erzeugte Wärme direkt auf die Festelektrolytschicht 35 ein, so daß das Heizelement 4 eine gute thermische Effektivität aufweist.

## Neuntes Ausführungsbeispiel

Ein Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 18 und 19 beschrieben. Bei dem Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ein Heizelement mit einer Öffnung zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 angeordnet.

Beim neunten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 18 und 19 ist zusätzlich zur Festelektrolytschicht 35

für den Sauerstoffpumpenteil 2 eine Festelektrolytschicht 11 für den Sauerstoffsensorteil 3 vorgesehen, und das Heizelement 4 ist zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 angeordnet.

Der Abstandteil 5 aus keramischem isolierendem Material wie beispielsweise Aluminiumoxid weist eine Öffnung 18 an einer Stelle im Bereich der Elektrode 8 auf und die Öffnung 18 bildet einen Teil des inneren Raums 17. Die Öffnung 18 ist im wesentlichen von gleicher Größe wie die Elektrode 8. Der Abstandteil 38 weist im wesentlichen dieselbe Form wie der Abstandsteil 5 des ersten Ausführungsbeispiels auf und umfaßt eine Öffnung 39, die einen Teil des inneren Raums 17 und eine Öffnung 40 zur Bildung des Luftdurchgangs 19 bildet. Die Öffnung 39 ist im wesentlichen von gleicher Größe wie die Elektrode 12 des Sauerstoffsensorteils 3. Der Abstandteil 38 umfaßt einen Bereich 41, der zwischen den Öffnungen 39 und 40 angeordnet ist und als Isolationseinrichtung dient zur Isolation des inneren Raums 17 vom Luftdurchgang 19, wenn die Teile aufeinander gesetzt sind. Das Heizelement 4 umfaßt eine Öffnung 37 an einer Stelle im Bereich der Elektroden 8 und 12.

Der Abstandteil 5 ist dem Sauerstoffpumpenteil 2 in der Weise überlagert, daß die Öffnung 18 und die Elektrode 8 einander gegenüberstehen. Ferner ist das Heizelement 4 dem Abstandteil 5 in der Weise überlagert, daß die Öffnung 37 und die Öffnung 18 einander gegenüberstehen. Der Abstandteil 38 ist dem Heizelement 4 in der Weise überlagert, daß die Öffnung 39 und die Öffnung 37 einander gegenüberstehen. Des Weiteren ist der Sauerstoffsensorteil 3 dem Abstandteil 38 in der Weise überlagert, daß die Elektrode 12 und die Öffnung 39, sowie die Elektrode 13 und die Öffnung 40 einander gegenüberstehen. Somit sind gemäß den Fig. 18 und 19 der Sauerstoffpumpenteil 2, der Abstandteil 5, das Heizelement 4, der Abstandteil 38 und der Sauerstoffsensorteil 3 von oben nach unten geschichtet zusammenge setzt.

Der innere Raum 17 ist zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 durch den Sauerstoffpumpenteil 2, die Öffnungen 18 und 39 und den Sauerstoffsensorteil 3 definiert bzw. gebildet. Das Heizelement 4 ist zwischen dem Abstandteil 5 und dem Abstandteil 38 in der Weise angeordnet, daß es den inneren Raum 17 aufteilt. Da jedoch das Heizelement 4 in der Weise angeordnet ist, daß sich die darin befindliche Öffnung 37 im inneren Raum 17 befindet, stehen die Teilbereiche des inneren Raums 17 miteinander über die Öffnung 37 in Verbindung.

Die Wirkungsweise des neunten Ausführungsbeispiels wird nachstehend beschrieben.

Beim neunten Ausführungsbeispiel sind der Sauerstoffsensorteil 3 und der Sauerstoffpumpenteil 2 auf gegenüberliegenden Seiten des Heizelements 4 mit den jeweils dazwischen angeordneten Abstandsteilen 5 und 38 vorgesehen. Somit wird durch eine Energieversorgung des Heizelements 4 die Temperatur der Festelektrolytschicht 35 des Sauerstoffpumpenteils 2 und die Temperatur der Festelektrolytschicht 11 des Sauerstoffsensorteils 3 gleichzeitig angehoben. Somit kann das Heizelement 4 die Wärme gleichförmig und effizient zu den Festelektrolytschichten 35 und 11 übertragen.

Der Sauerstoffpumpenteil 2 nimmt Sauerstoff in den inneren Raum 17 auf und gibt diesen wieder ab, so daß der Sauerstoffsensorteil 3 eine Ausgangsspannung abgibt entsprechend einem Überschußluftverhältnis (1)

von 1, bei welchem eine Temperaturabhängigkeit unbeachtlich ist. Ist hingegen beispielsweise die elektrische Isolation zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Heizelement 4 oder zwischen dem Sauerstoffsensorteil 3 und dem Heizelement 4 schlecht, dann wird ein Leckstrom vom Heizelement 4 zum Sauerstoffpumpenteil 2 oder Sauerstoffsensorteil 3 fließen. Im Ergebnis wird somit ein Luft-Brennstoffverhältnis auf einen Wert gesteuert, der vom Verhältnis (1) von 1 entsprechend der Steuerungsspannung abweicht. Ferner kann die Temperaturabhängigkeit nicht länger unbeachtet bleiben, wodurch eine weitere Verschlechterung bei der Durchführung der Verbrennung auftritt. Gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel sind die Abstandsteile 5 und 38 jedoch aus einem keramischen isolierenden Material wie Aluminiumoxid, so daß somit ein Leckstrom vom Heizelement 4 zum Sauerstoffpumpenteil 2 oder zum Sauerstoffsensorteil 3 sicher verhindert werden kann. Auf diese Weise kann das vorstehend genannte Problem vermieden werden. Ferner geht in Bezug auf die elektrisch isolierenden keramischen Materialien Aluminiumoxid insbesondere keine Verbindung mit Zirkonium, dem Material der Festelektrolytschichten 35 und 11 ein. Somit bleiben die Eigenschaften der Festelektrolytschichten 35 und 11 unverändert, auch wenn die Abstandsteile 5 und 38 und die Festelektrolytschichten 35 und 11 im Rahmen eines Herstellungsverfahrens zusammen gebacken werden.

Der Aufbau des neunten Ausführungsbeispiels wird nachstehend beschrieben.

Der innere Raum 17 steht mit dem zu messenden Gas in Verbindung. Im Sauerstoffpumpenteil 2 sind die Elektroden 7 und 8 auf verschiedenen Seiten der Festelektrolytschicht 35 vorgesehen. Die Elektrode 8 liegt zum inneren Raum 17 hin offen und die Elektrode 7 ist dem zu messenden Gas ausgesetzt. Im Sauerstoffsensorteil 3 sind die Elektroden 12 und 13 auf derselben Seite der Festelektrolytschicht 11 vorgesehen. Die Elektrode 12 liegt zum inneren Raum 17 hin frei und die Elektrode 13 liegt zur Öffnung 19 frei, in welcher Gas mit einer Referenzsauerstoffkonzentration vorhanden ist und welche gegenüber dem inneren Raum 17 isoliert ist. Das Heizelement 4 ist angeordnet zum Aufheizen der Festelektrolytschicht 35, des Sauerstoffpumpenteils 2 und der Festelektrolytschicht 11 des Sauerstoffsensorteils 3. Das Heizelement 4 weist ferner eine Öffnung 37 auf. An einem Ende des Heizelements 4, bei welchem die Öffnung 37 ausgebildet ist, ist der Sauerstoffpumpenteil 2 auf einer Seite des Heizelements 4 angeordnet, während der Sauerstoffsensorteil 3 auf der anderen Seite des Heizelements 4 angeordnet ist. Somit ist der innere Raum 17 zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 mit der Öffnung 37 als integralem Teil ausgebildet.

Die Wirkungsweise des derart aufgebauten neunten Ausführungsbeispiels ist wie vorstehend beschrieben.

#### Zehntes Ausführungsbeispiel

Eine Steuerungsschaltung zur Verwendung beim ersten bis neunten Ausführungsbeispiel wird nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 20 beschrieben.

In Fig. 20 bezeichnet Bezugssymbol 90 eine nicht invertierende Verstärkerschaltung, Bezugssymbole 100 eine Vergleichs-/Steuerungsschaltung und Bezugssymbole 110 eine Ausgangsschaltung. Die Buchstaben A und B bezeichnen Anschlüsse zum Anschließen der Elektroden des Sauerstoffsensorteils 3. Die Elektrode 13 (die

zum Luftdurchgang 19 freiliegt) des Sauerstoffsensorteils 3 ist mit Anschluß A verbunden. Die Elektrode 12 (die zum inneren Raum 17 hin freiliegt) des Sauerstoffsensorteils 3 ist mit Anschluß B verbunden. Buchstaben C und D bezeichnen Anschlüsse, mit welchen Elektroden des Sauerstoffpumpenteils 2 verbunden sind. Die Elektrode 7 (die dem zu messenden Gas ausgesetzt ist) des Sauerstoffpumpenteils 2 ist mit Anschluß C verbunden. Die Elektrode 8 (die zum inneren Raum 17 hin freiliegt) des Sauerstoffpumpenteils 2 ist mit Anschluß D verbunden. Eine zwischen den Elektroden 12 und 13 des Sauerstoffsensorteils 3 gebildete Spannung, d. h. eine Sensorspannung  $V_s$ , die auf der Basis des Unterschieds in der Sauerstoffkonzentration zwischen dem inneren Raum 17 und dem Luftdurchgang 19 gebildet wurde, wird der nicht invertierenden Verstärkerschaltung 90 zugeführt und dort verstärkt.

Die Vergleichs-/Steuerungsschaltung 100 vergleicht die Sensorspannung mit einer voreingestellten Spannung  $V_0$  und gibt eine Steuerungsspannung entsprechend der Differenz zwischen den beiden Spannungen aus. Die ausgegebene Steuerungsspannung wird über eine Ausgangsschaltung 110 den Elektroden 7 und 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 zugeführt. Die Ausgangsschaltung 110 gibt ein Signal  $V_p$  zur Angabe des durch den Sauerstoffpumpenteil 2 fließenden Stroms ab.

Das Ausgangssignal  $V_p$  entspricht der Konzentration des Sauerstoffs im zu messenden Gas. Somit kann durch Überwachung des Ausgangssignals  $V_p$  das Luft-Brennstoffverhältnis des zu messenden Gases erhalten werden.

#### Elftes Ausführungsbeispiel

Ein Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß einem elften Ausführungsbeispiel wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 22 und 23 beschrieben. Im Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind eine Elektrode des Sauerstoffpumpenteils 2 im inneren Raum 17 und eine Elektrode des Sauerstoffsensorteils 3 im inneren Raum 17 integral in Form einer gemeinsamen Elektrode 90 ausgebildet. Die Elektroden 7, 90 und 13 sind auf derselben Festelektrolytschicht 35 vorgesehen. Der Grundgedanke des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist im Zusammenhang mit der Steuerungsschaltung von Fig. 20 beschrieben.

In dem ersten bis neunten Ausführungsbeispiel sind Anschlüsse A und B mit den Elektroden des Sauerstoffsensorteils 3 verbunden. Die Elektrode 13 (die zum Luftdurchgang 19 hin freiliegt) des Sauerstoffsensorteils 3 ist mit Anschluß A verbunden. Die Elektrode 12 (die zum inneren Raum 17 hin freiliegt) des Sauerstoffsensorteils 3 ist mit Anschluß B verbunden. Anschlüsse C und D verbinden die Elektroden des Sauerstoffpumpenteils 2. Die Elektrode 7 (die dem zu messenden Gas ausgesetzt ist) des Sauerstoffpumpenteils 2 ist mit Anschluß C verbunden. Die Elektrode 8 (die zum inneren Raum 17 hin freiliegt) des Sauerstoffpumpenteils 2 ist mit Anschluß D verbunden. Der Anschluß B, verbunden mit Elektrode 12 und der Anschluß D, verbunden mit Elektrode 8 werden gemeinsam mit Masse verbunden. Ferner sind die Elektroden 8 und 12 beide im inneren Raum 17 entlang der Festelektrolytschicht 35 auf derselben Seite angeordnet. Somit ist anstelle der Verwendung zweier Elektroden 8 und 12, die gemeinsam mit Masse verbunden sind, gemäß dem vorstehenden Ausführungsbeispiel eine einzige gemeinsame Elektrode 90 als gemeinsame

Elektrode für den Sauerstoffpumpenteil 2 und den Sauerstoffsensorteil 3 im inneren Raum 17 vorgesehen. Mit der Verminderung der Anzahl der Elektroden wird auch die Anzahl der Anschlüsse 55 vermindert. Zwei Anschlüsse 55 sind gemäß den Fig. 22 und 23 auf dem Abstandsteil 5 angeordnet, d. h. die Elektrode 13 des Sauerstoffsensorteils 3 und die Elektrode 90 für sowohl den Sauerstoffpumpenteil 2 als auch den Sauerstoffsensorteil 3 sind über entsprechende Anschlußleitungen 13b und 90b mit den Anschlüssen 55 verbunden, die in Endbereichen des Abstandsteils 5 ausgebildet sind.

Die Festelektrolytschicht 35 umfaßt eine Öffnung 35a und die Elektroden 7 und 90 weisen jeweils Öffnungen 7a und 90a auf, wobei die Öffnungen miteinander fluchtend angeordnet sind. Die Öffnungen 35a, 7a und 90a bilden die Verbindungsöffnung 9, die den Sauerstoffpumpenteil 2 durchläuft und die als Diffusionswiderstandseinrichtung dient. Zur Verhinderung der Verstopfung der Verbindungsöffnung 9 mit einem Pulver, wie beispielsweise im zu messenden Gas enthaltenem Ruß, ist eine poröse keramische Abdeckeinrichtung 10 vorgesehen zur Abdeckung der gesamten Elektrode 7.

Der Abstandsteil 5 ist länger als das Substrat 14 des Heizelements 4 und die Festelektrolytschicht 35, so daß Anschlüsse 55 für externe Beschaltungen zur Verfügung stehen.

Das Substrat 16 des Heizelements 4 weist dieselbe Länge auf wie der Abstandsteil 5, jedoch länger als das Substrat 14, so daß Anschlußleitungen 15b des Heizteils 15, die zwischen dem Substrat 14 und dem Substrat 16 verlaufen, angeschlossen werden können. Die Elektrode 7 des Sauerstoffpumpenteils 2 ist mit dem auf der Festelektrolytschicht 35 an einer Endecke ausgebildeten Anschluß 7c verbunden.

Die Wirkungsweise des elften Ausführungsbeispiels wird nachstehend beschrieben.

Durch die gemeinsame Verwendung einer Elektrode 90 für den Sauerstoffpumpenteil 2 und den Sauerstoffsensorteil 3 kann die Anzahl der Einzelteile wie der Elektroden, der Anschlußleitungen und der Anschlüsse vermindert werden, wodurch sich auch die Herstellungskosten vermindern. Des Weiteren vermindert sich auch die Anzahl der zusammenzubauenden Teile im Rahmen der Herstellung.

#### Abänderung

Im Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel von Fig. 1 kann beispielsweise ein Positioniersubstrat aus elektrisch isolierendem keramischem Material wie beispielsweise Aluminiumoxid an der äußeren Oberfläche der Festelektrolytschicht 35 und der äußeren Oberfläche des Substrats 14 des Heizelements 4 im rechten Endbereich des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 gemäß Fig. 1 (dem offenen Ende des Luftdurchgangs 19) angebracht werden. Das Positioniersubstrat dient der Positionierung des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1 im Isolationsteil 33 gemäß Fig. 3.

Gemäß den vorstehend genannten Ausführungsbeispielen dient die Verbindungsöffnung als Diffusionswiderstandseinrichtung zum Einleiten von zu messendem Gas in den inneren Raum 17 und ist dort angeordnet, wo die Elektroden des Sauerstoffpumpenteils 2 angeordnet sind. Die Anordnung der Verbindungsöffnung ist jedoch nicht auf diese Stelle begrenzt. Die Verbindungsöffnung kann an jeder anderen Stelle angeordnet werden, sofern zu messendes Gas in den inneren Raum 17 aufgenom-

men werden kann. Beispielsweise kann gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel die Verbindungsöffnung eine im Abstandsteil 5 ausgebildete Durchgangsöffnung sein. Im neunten Ausführungsbeispiel kann die Verbindungsöffnung eine Durchgangsöffnung sein, die an einer Stelle angeordnet ist, an der eine Elektrode des Sauerstoffsensorteils 3 zum Freiliegen in Richtung des inneren Raums 17 angeordnet ist.

Gemäß den vorstehend angegebenen Ausführungsbeispielen ist lediglich eine Verbindungsöffnung vorgesehen. Die Anzahl der Verbindungsöffnungen ist jedoch nicht auf eins begrenzt, so daß auch mehrere Verbindungsöffnungen vorgesehen sein können.

Gemäß den vorstehend angegebenen Ausführungsbeispielen ist eine Öffnung in jeder der Elektroden des Sauerstoffpumpenteils 2 und der Festelektrolytschicht 35 vorgesehen, wenn die Verbindungsöffnung als Diffusionswiderstandseinrichtung für das zu messende Gas verwendet wird, und somit sind die vorgesehenen Öffnungen nach dem Zusammensetzen der Teile zueinander ausgerichtet, wobei die Verbindungsöffnung im Sauerstoffpumpenteil 2 ausgebildet ist. Das Verfahren zur Ausbildung der Verbindungsöffnung ist jedoch nicht auf das vorstehend genannte Verfahren begrenzt. Nachdem die Elektrode des Sauerstoffpumpenteils 2 der Festelektrolytschicht 35 überlagert wurde, kann durch die Elektrode und die Festelektrolytschicht zur Ausbildung der Verbindungsöffnung 9 eine Öffnung hergestellt werden.

Gemäß den vorstehend angegebenen Ausführungsbeispielen wird als Material für die Festelektrolytschicht zur Leitung von Sauerstoffionen Zirkonium mit Yttriumzusätzen verwendet. Jedoch kann anstelle von Zirkoniumoxid auch Ceroxid oder Hafniumoxid verwendet werden.

Gemäß den vorstehend angegebenen Ausführungsbeispielen sind die Elektroden des Sauerstoffsensorteils 3 und des Sauerstoffpumpenteils 2 aus Platin mittels eines Siebdruckverfahrens hergestellt. Das Material und das Herstellungsverfahren für die Elektroden sind jedoch nicht hierauf beschränkt. Als Material für die Elektroden kann auch Gold verwendet werden. Ebenso können Dünnschichttechniken wie Metallisieren, Aufdampfen und dergleichen zur Anwendung kommen.

Gemäß den vorstehend angegebenen Ausführungsbeispielen wird zur Herstellung der Abstandsteile Aluminiumoxid verwendet. Das Material zur Herstellung der Abstandsteile ist jedoch nicht auf Aluminiumoxid beschränkt. Es können daher weitere elektrisch isolierende Materialien wie Mullit oder Spinell verwendet werden.

In den vorstehend angegebenen Ausführungsbeispielen wurde Aluminiumoxid als Material zur Herstellung der porösen keramischen Schutzeinrichtung 10 verwendet. Das Material zur Herstellung der Schutzeinrichtung ist jedoch nicht auf Aluminiumoxid beschränkt. Auch hier können weitere keramische isolierende Materialien wie Mullit, Spinell oder dergleichen verwendet werden. Ferner ist gemäß den vorstehenden Ausführungsbeispielen die Schutzeinrichtung unter Anwendung einer Paste ausgebildet, wobei jedoch auch hier die Ausbildung der Schutzeinrichtung nicht auf dieses Verfahren beschränkt ist. Die Schutzeinrichtung kann auch mittels eines Siebdruckverfahrens, Plasmaspritzen, Tauchen oder dergleichen hergestellt werden.

Gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel sind der Sauerstoffpumpenteil 2 und der Sauerstoffsensorteil 3 auf einander gegenüberliegenden Seiten des Heizele-

ments an einem Ende, an dem eine Öffnung ausgebildet ist, angeordnet, wobei der innere Raum 17 zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 mit der Öffnung als integralem Teil ausgebildet ist. In diesem Falle ist die Form und die Fläche der Öffnung im Heizelement 4 beliebig. Es lediglich erforderlich, den inneren Raum 17 zwischen dem Sauerstoffpumpenteil 2 und dem Sauerstoffsensorteil 3 mit der Öffnung als integralem Teil derselben zu bestimmen.

Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel wird Aluminiumoxid als Material für den Volumenanpassungsteil 44 verwendet. Das Material zur Herstellung des Volumenanpassungssteils 44 ist jedoch nicht auf Aluminiumoxid beschränkt. Es können daher weitere keramische isolierende Materialien, wie Magnesiumoxid, Aluminiumoxid Spinell, Zirkoniumoxid und Cordierit verwendet werden. Ferner ist gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ein geformtes Material in die Öffnung des Abstandsteils eingesetzt. Das Verfahren zur Herstellung des Volumenanpassungssteils ist jedoch nicht auf dieses Verfahren beschränkt. Es ist ferner möglich, eine Paste mit einem elektrisch isolierendem Material in die Öffnung einzubringen.

Gemäß den vorstehend genannten Ausführungsbeispielen umfassen die Herstellungsschritte für die Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselemente den schichtenweisen Aufbau, das Verbinden (Bonden) der geschichteten Anordnung mittels Thermokompression, das Backen der thermokompressionsverbundenen Anordnung und das Aufteilen der gebackenen Anordnung in einzelne Elemente. Jedoch ist der Herstellungsprozeß auf dieses Verfahren nicht beschränkt. Das Backen kann somit auch nach dem Aufteilungsschritt erfolgen.

Zur Verminderung der Anzahl der Ausgangsanschlüsse des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselements und zur Vereinfachung des gesamten Aufbaus können beispielsweise die Elektrode 8 des Sauerstoffpumpenteils 2 und die Elektrode 12 des Sauerstoffsensorteils 3 denselben Ausgangsanschluß verwenden. In diesem Falle können diese Elektroden entweder innerhalb des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselements 1 oder außerhalb des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselements 1, d. h. innerhalb des Gehäuses miteinander verbunden werden.

Gemäß den vorstehend angegebenen Ausführungsbeispielen sind die Anschlußleitungen mit den Ausgangsanschlüssen des Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselements 1 mittels Löten oder Schweißen verbunden. Das Verfahren zum Anschließen der Anschlußleitungen an die Ausgangsanschlüsse ist jedoch nicht auf Löten oder Schweißen beschränkt. Die Anschlußleitungen können mit den Ausgangsanschlüssen unter Verwendung einer Tellerfeder oder dergleichen kontaktiert werden, oder können mittels Verstemmen befestigt werden.

Gemäß den vorstehend angegebenen Ausführungsbeispielen sind die Anschlußleitungen, die Anschlüsse und das Heizelement auf der Festelektrolytschicht 35 ausgebildet. In tatsächlichen Erfassungselementen ist ein nicht gezeigter Dünnschicht einer elektrisch isolierenden Keramik wie beispielsweise Aluminiumoxid auf der Festelektrolytschicht 35 aufgebracht und die Anschlußleitungen, die Anschlüsse und das Heizelement 4 sind darauf angeordnet. Der Grund hierfür liegt in der Verhinderung eines Leckstroms, der zwischen den einzelnen Elementen über die Festelektrolytschicht 35 fließen kann.

Das Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement 1

besteht somit aus einem Sauerstoffpumpenteil 2 und einem Sauerstoffsensorteil 3, die auf einer einzigen Festelektrolytschicht 35 angeordnet sind, sowie einem Heizelement 4 und einem Abstandsteil 5. Der Sauerstoffpumpenteil 2 besteht aus einem Paar von Elektroden 7 und 8 auf einander gegenüberliegenden Seiten der Festelektrolytschicht 35, und eine Verbindungsöffnung 9 ist durch die Festelektrolytschicht 35 und die Elektroden 7 und 8 ausgebildet. Elektroden 12 und 13 sind auf der Festelektrolytschicht 35 auf derselben Seite wie die Elektrode 8 angeordnet, wodurch der Sauerstoffsensorteil 3 ausgebildet wird. Der Abstandsteil 5 umfaßt eine Öffnung 36 und eine schlitzförmige Öffnung 20. Das Heizelement 4, der Abstandsteil 5 und die Festelektrolytschicht 35 sind von unten nach oben geschichtet aufgebaut, wobei die geschichtete Anordnung anschließend gebacken wird. In diesem Falle sind die Schichten in der Weise aufeinander angeordnet, daß sich die Öffnung 36 im Bereich der Elektroden 8 und 12 befindet, und sich die Öffnung 20 im Bereich der Elektrode 13 befindet. Durch Anordnung des Sauerstoffpumpenteils 2 und des Sauerstoffsensorteils 3 auf derselben Festelektrolytschicht 35 kann der Aufbau im Vergleich zu einem bekannten Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungselement, in welchem jeweils eine Festelektrolytschicht sowohl für den Sauerstoffpumpenteil als auch für den Sauerstoffsensorteil verwendet wird, wesentlich vereinfacht werden.

## Patentansprüche

1. Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrichtung, gekennzeichnet durch  
eine Festelektrolytschicht (35), angeordnete keramische Isolationsschicht (14, 80),  
eine Einrichtung zur Bildung eines inneren Raums (17) zwischen der Festelektrolytschicht (35) und der Isolationsschicht (14, 80), der in Verbindung mit einem zu messenden Gas steht,  
eine Einrichtung zur Bildung eines Referenzsauerstoffraums (19), der entlang der Festelektrolytschicht (35) ausgebildet und vom inneren Raum (17) getrennt ist und in welchen eine Referenzsauerstoffsubstanz eingeleitet wird,  
ein erstes Paar von auf der Festelektrolytschicht (35) vorgesehenen Elektroden (7, 8), wobei die Elektroden (7, 8) voneinander getrennt angeordnet sind,  
einen Sauerstoffpumpenteil (2), bestehend aus der Festelektrolytschicht (35) und dem ersten Paar von Elektroden (7, 8), wobei eine der Elektroden (7, 8) zum inneren Raum (17) freiliegt und die andere der Elektroden (7, 8) dem zu messenden Gas ausgesetzt ist,  
einem zweiten, auf der Festelektrolytschicht (35) vorgesehenen Paar von Elektroden (12, 13), wobei die Elektroden (12, 13) getrennt voneinander angeordnet sind, und  
einen Sauerstoffsensorteil (3), bestehend aus der Festelektrolytschicht (35) und dem zweiten Paar von Elektroden (12, 13), wobei eine der Elektroden (12, 13) zum inneren Raum (17) freiliegt und die andere der Elektroden (12, 13) zum Referenzsauerstoffraum (19) freiliegt.  
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Elektroden (7, 8), die zum inneren Raum (17) freiliegt, und eine der Elektro-

den (12, 13), die zum inneren Raum (17) freiliegt, eine zum inneren Raum (17) freiliegende Elektrode (90) bilden.

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolationsschicht (14) in Verbindung mit einem Heizteil (15) vorgesehen ist zur Aufheizung der Festelektrolytschicht (35).
4. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Festelektrolytschicht (35) eine Verbindungsöffnung (35a) ausgebildet ist zur Bildung einer Verbindung zwischen dem inneren Raum (17) und dem zu messenden Gas.
5. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzsauerstoffraum (19) und der innere Raum (17) zwischen der Festelektrolytschicht (35) und der Isolationsschicht (14, 80) ausgebildet sind, und daß ein Isolationsteil (21) zwischen der Festelektrolytschicht (35) und der Isolationsschicht (14, 80) vorgesehen ist zur Isolation des Referenzsauerstoffraums (19) vom inneren Raum (17).
6. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Paar von Elektroden (7, 8) des Sauerstoffpumpenteils (2) auf der Festelektrolytschicht (35) derart ausgebildet ist, daß eine der Elektroden (7, 8) auf einer ersten Seite der Festelektrolytschicht (35) ausgebildet ist und die andere der Elektroden (7, 8) auf einer zweiten, zur ersten Seite entgegengesetzten Seite angeordnet und dem zu messenden Gas ausgesetzt ist, und daß das zweite Paar von Elektroden (12, 13) des Sauerstoffsensorteils (3) auf der ersten Seite der Festelektrolytschicht (35) getrennt voneinander ausgebildet ist und der Isolationsteil (21) zwischen den beiden Elektroden (12, 13) des Sauerstoffsensorteils (3) angeordnet ist.
7. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Paar von Elektroden (7, 8) des Sauerstoffpumpenteils (2) und das zweite Paar von Elektroden (12, 13) des Sauerstoffsensorteils (3) auf der ersten Seite der Festelektrolytschicht (35) ausgebildet sind.
8. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schlitz (58) in der Festelektrolytschicht (35) in der Breite derselben derart angeordnet ist, daß der Schlitz (58) zwischen dem Sauerstoffpumpenteil (2) und dem Sauerstoffsensorteil (3) angeordnet, und der Schlitz (58) kürzer als die Breite der Festelektrolytschicht (35) ist.
9. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Volumenanpassungsteil (44) an der Isolationsschicht (14) in einem Bereich entsprechend dem inneren Raum (17) angeordnet ist zur Anpassung des Volumens des inneren Raums (17).
10. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Luft in den Referenzsauerstoffraum (19) eingeleitet wird.
11. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sauerstoffsensorteil (3) ein Ausgangssignal auf der Basis der Differenz in der Sauerstoffkonzentration zwischen dem inneren Raum (17) und dem Referenzsauerstoffraum (19) bildet, und der Sauerstoffpumpenteil (2) zur Aufrechterhaltung einer vorbestimmten Sauerstoffkonzentration im inneren Raum (17) dient, wobei ein Strom entsprechend der Sauerstoffkonzentration im zu messenden Gas durch den Sauerstoffpumpenteil (2) fließt.
12. Luft-Brennstoffverhältnis-Erfassungseinrich-

tung, gekennzeichnet durch  
eine Festelektrolytschicht (35),  
eine Heizelementenschicht (4) einschließlich zweier  
keramischer Isolationsschichten (14, 16) und einem  
elektrischen Heizteil (15), das zwischen den kerami-  
schen Isolationsschichten (14, 16) und gegenüber  
der Festelektrolytschicht (35) angeordnet ist,  
einen schichtförmigen keramischen isolierenden  
Abstandsteil (5), der zwischen der Heizelementen-  
schicht (4) und der Festelektrolytschicht (35) ange-  
ordnet ist zur Bildung des inneren Raums (17) zwi-  
schen der Heizelementenschicht (4) und der Fest-  
elektrolytschicht (35), der mit dem zu messenden  
Gas in Verbindung steht, und zur Bildung eines  
Referenzsauerstoffraums (19), der vom inneren  
Raum (17) isoliert ist und in welchem eine Substanz  
mit Referenzsauerstoff vorhanden ist,  
einem Paar von auf der Festelektrolytschicht (35)  
angeordneten Elektroden (7, 8), wobei die Elektro-  
den (7, 8) voneinander getrennt angeordnet sind,  
einen Sauerstoffpumpenteil (2), bestehend aus der  
Festelektrolytschicht (35) und dem Paar von Elek-  
troden (7, 8), wobei eine der Elektroden (7, 8) zum  
inneren Raum (17) freiliegt und die andere der  
Elektroden (7, 8) dem zu messenden Gas ausgesetzt  
ist,  
einem weiteren Paar von auf der Festelektrolyt-  
schicht (35) ausgebildeten Elektroden (12, 13), wo-  
bei die Elektroden (12, 13) getrennt voneinander  
angeordnet sind, und  
einem Sauerstoffsensorteil (3), bestehend aus der  
Festelektrolytschicht (35) und dem weiteren Paar  
von Elektroden (12, 13), wobei eine der Elektroden  
(12, 13) zum inneren Raum (17) freiliegt und die  
andere der Elektroden (12, 13) zum Referenzsauer-  
stoffraum (19) freiliegt.  
13. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die eine der Elektroden (7, 8), die zum  
inneren Raum (17) freiliegt und die eine der Elek-  
troden (12, 13), die zum inneren Raum (17) freiliegt,  
eine zum inneren Raum (17) freiliegende Elektrode  
(90) bilden.  
14. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der isolierende Abstandsteil (5) eine  
Öffnung (36) zur Bildung des inneren Raums (17),  
eine Öffnung (20) zur Bildung des Referenzsauer-  
stoffraums (19) sowie einen Isolationsteil (21) um-  
faßt, der zwischen den Öffnungen (36, 20) zur ge-  
genseitigen Isolierung derselben angeordnet ist.  
15. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Festelektrolytschicht (35) eine er-  
ste, gegenüber der Heizelementenschicht (4) lie-  
gende Seite und eine zweite, der ersten Seite ge-  
genüberliegende und dem zu messenden Gas aus-  
gesetzte Seite aufweist, daß das Paar von Elek-  
troden (7, 8) des Sauerstoffpumpenteils (2) auf der  
Festelektrolytschicht (35) derart angeordnet ist,  
daß eine der Elektroden (7, 8) auf der ersten Seite  
der Festelektrolytschicht (35) angeordnet ist, und  
die andere der Elektroden (7, 8) auf der zweiten  
Seite angeordnet ist, daß das weitere Paar von  
Elektroden (12, 13) des Sauerstoffsensorteils (3) auf  
der ersten Seite der Festelektrolytschicht (35) an-  
geordnet ist, und daß das Isolationsteil (21) des iso-  
lierenden Abstandsteils (5) zwischen den Elek-  
troden (12, 13) des Sauerstoffsensorteils (3) zur Isola-  
tion derselben angeordnet ist.  
16. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekenn-

zeichnet, daß eine Verbindungsöffnung (35a) in der  
Festelektrolytschicht (35) ausgebildet ist zur Bil-  
dung einer Verbindung zwischen dem inneren  
Raum (17) und dem zu messenden Gas, und wobei  
die Elektroden (7, 8) des Sauerstoffpumpenteils (2)  
um die Verbindungsöffnung (35a) angeordnet sind.  
17. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß Luft in den Referenzsauerstoffraum  
(19) eingeleitet wird.  
18. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der Sauerstoffsensorteil (3) ein Aus-  
gangssignal auf der Basis der Differenz in der Sau-  
erstoffkonzentration zwischen dem inneren Raum  
(17) und dem Referenzsauerstoffraum (19) bildet  
und der Sauerstoffpumpenteil (2) zur Aufrechter-  
haltung einer vorbestimmten Sauerstoffkonzentra-  
tion im inneren Raum (17) dient, wobei ein Strom  
entsprechend der Sauerstoffkonzentration im zu  
messenden Gas durch den Sauerstoffpumpenteil (2)  
fließt.

---

Hierzu 23 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leeresite -**

## FIG. I

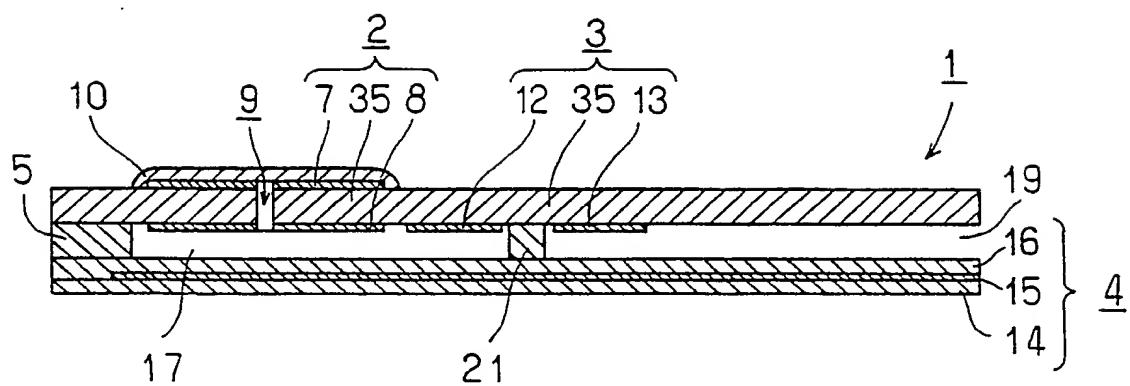
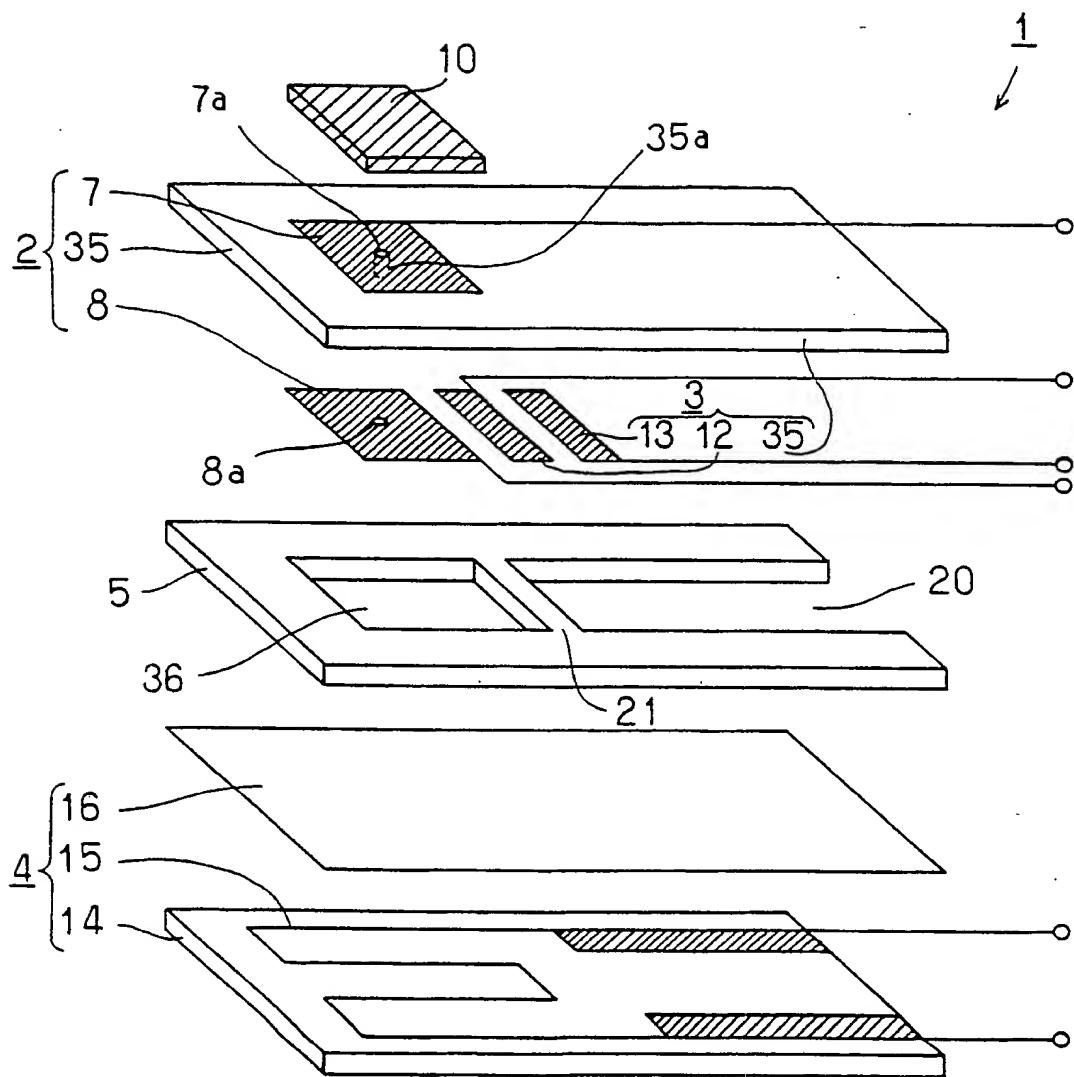


FIG. 2



## FIG. 3

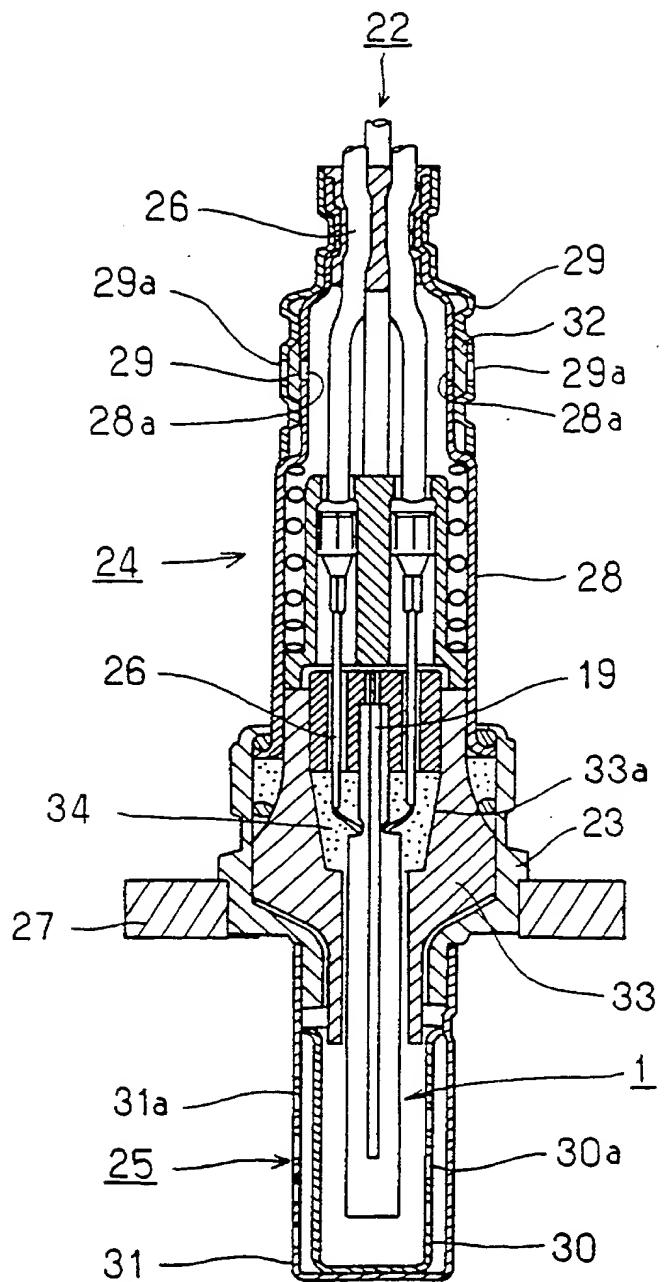
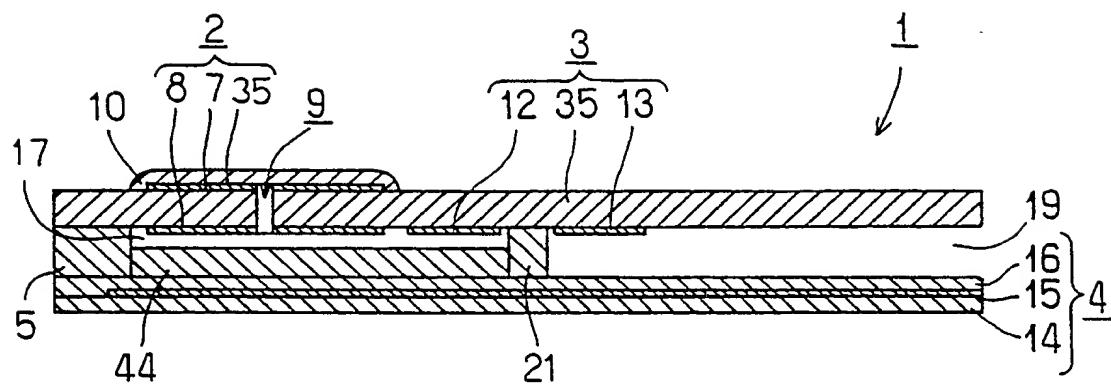
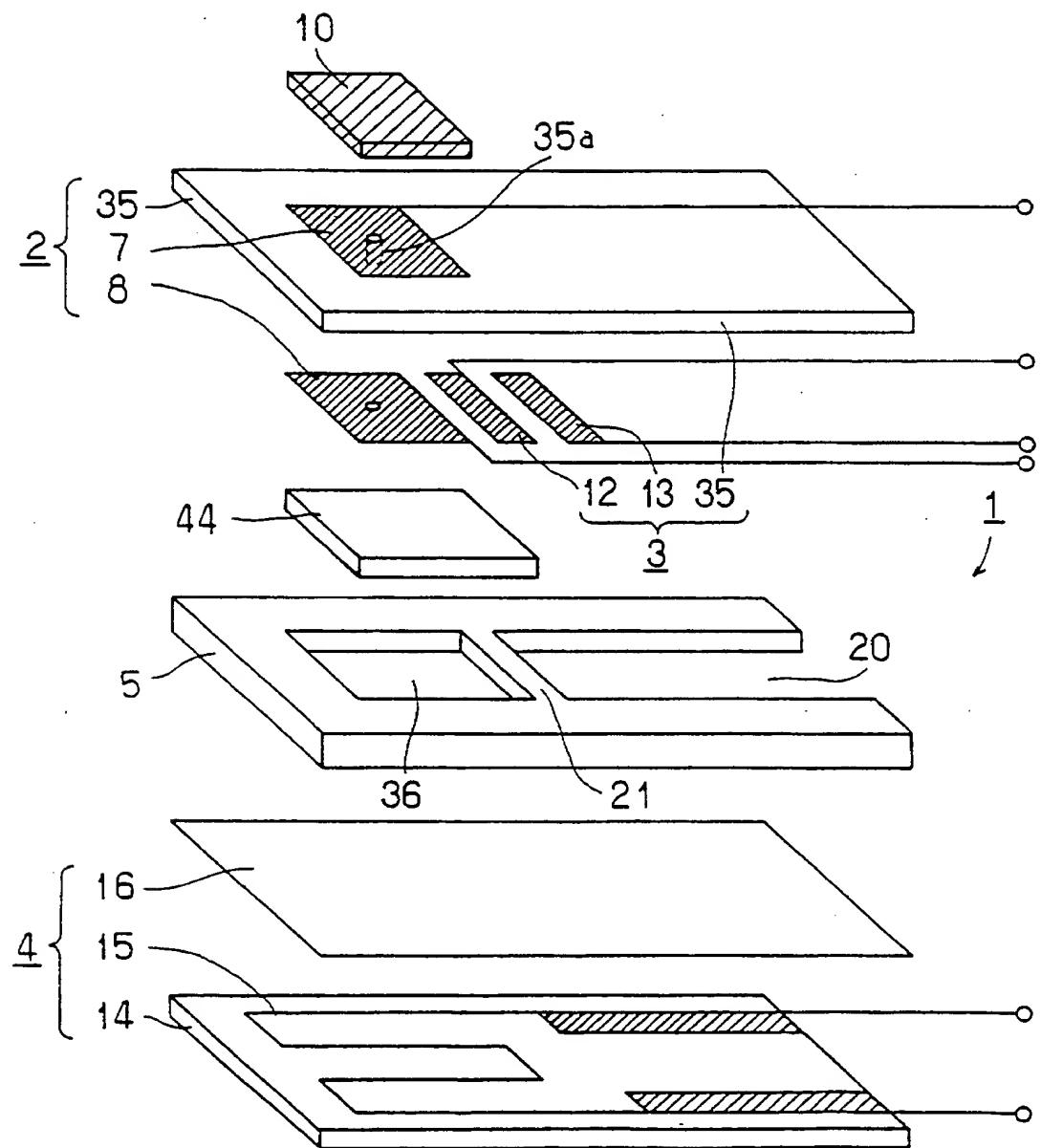


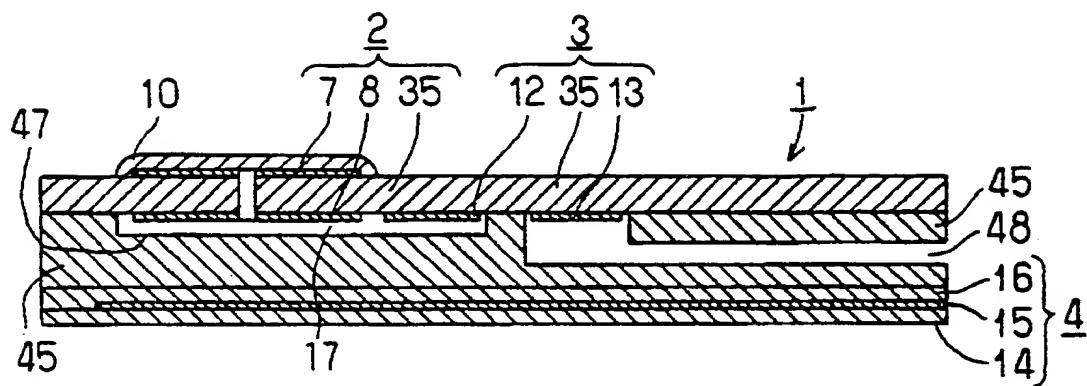
FIG. 4



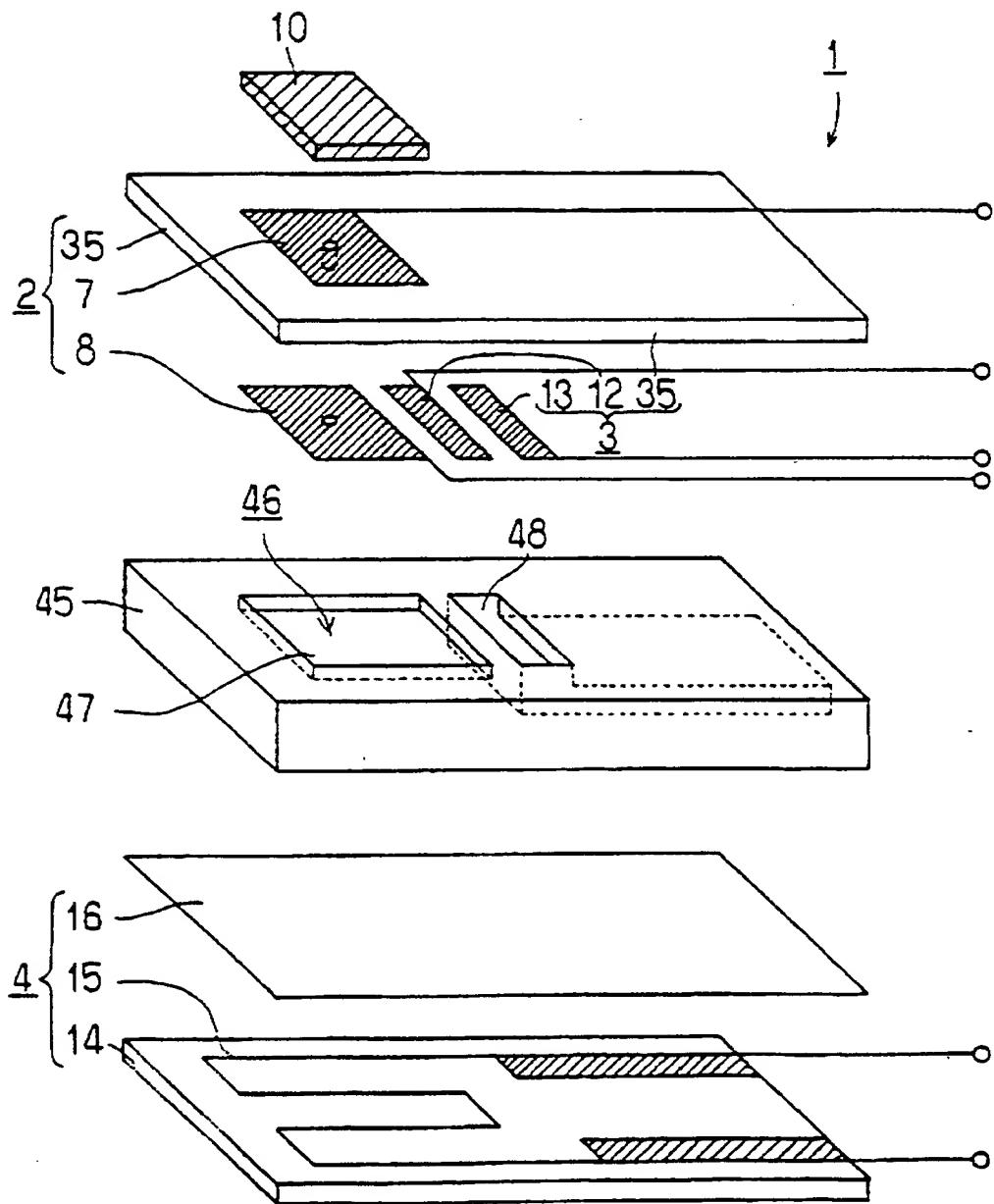
## FIG. 5



## F I G. 6



## FIG. 7



## FIG. 8

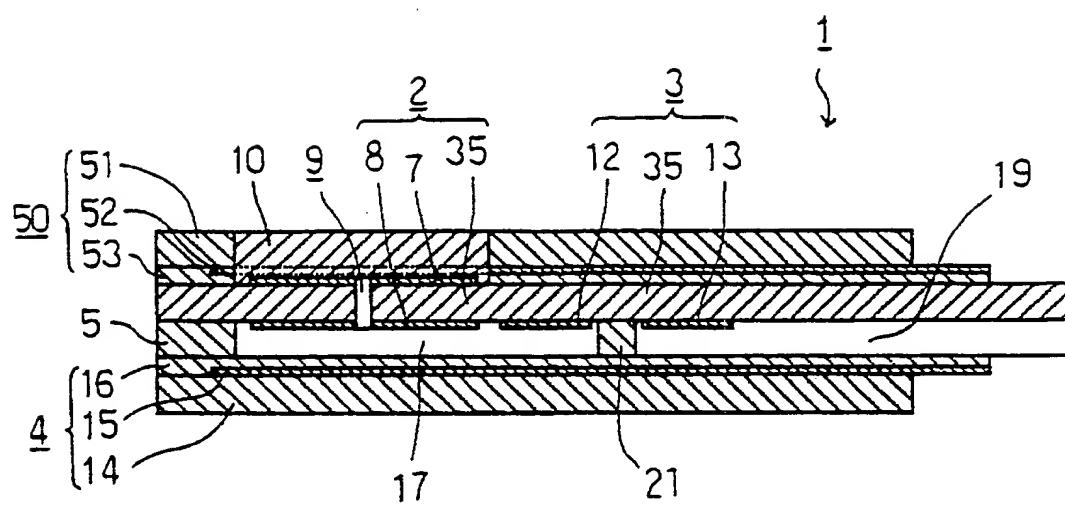
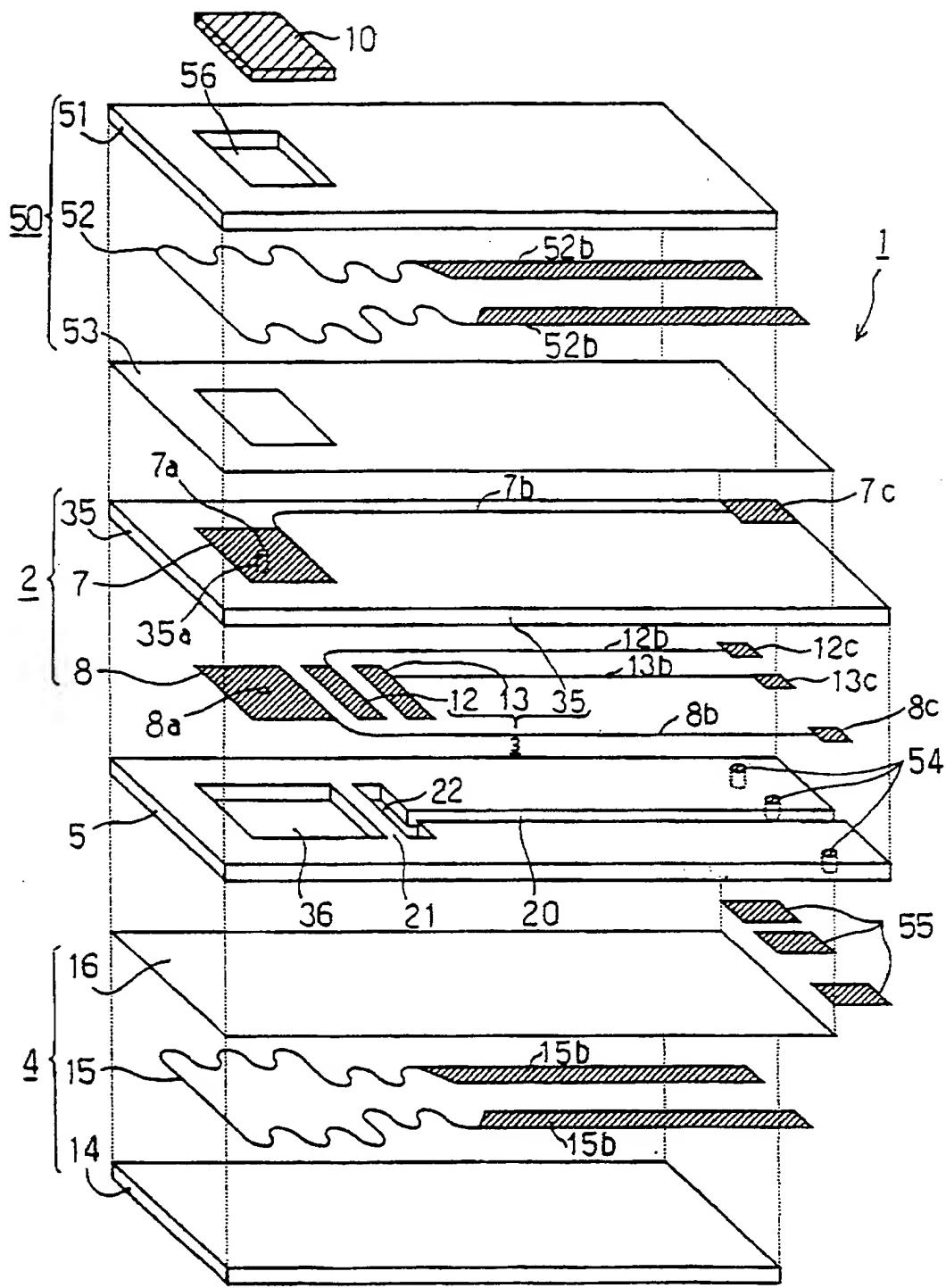
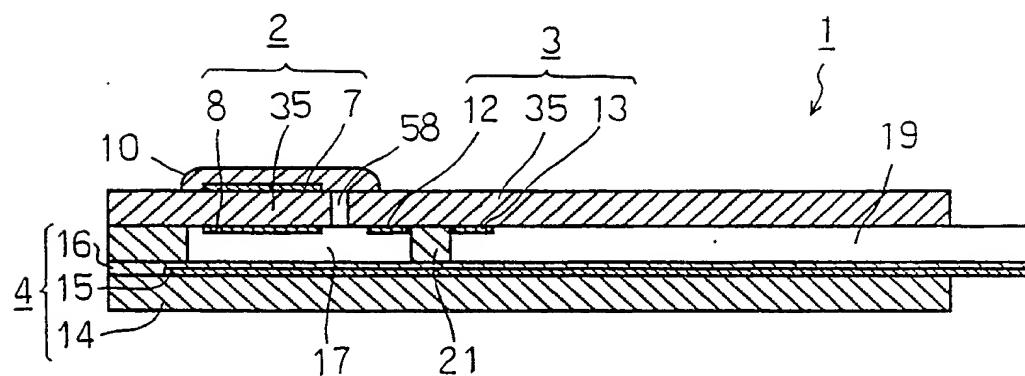


FIG. 9



## FIG. 10



## FIG. 11

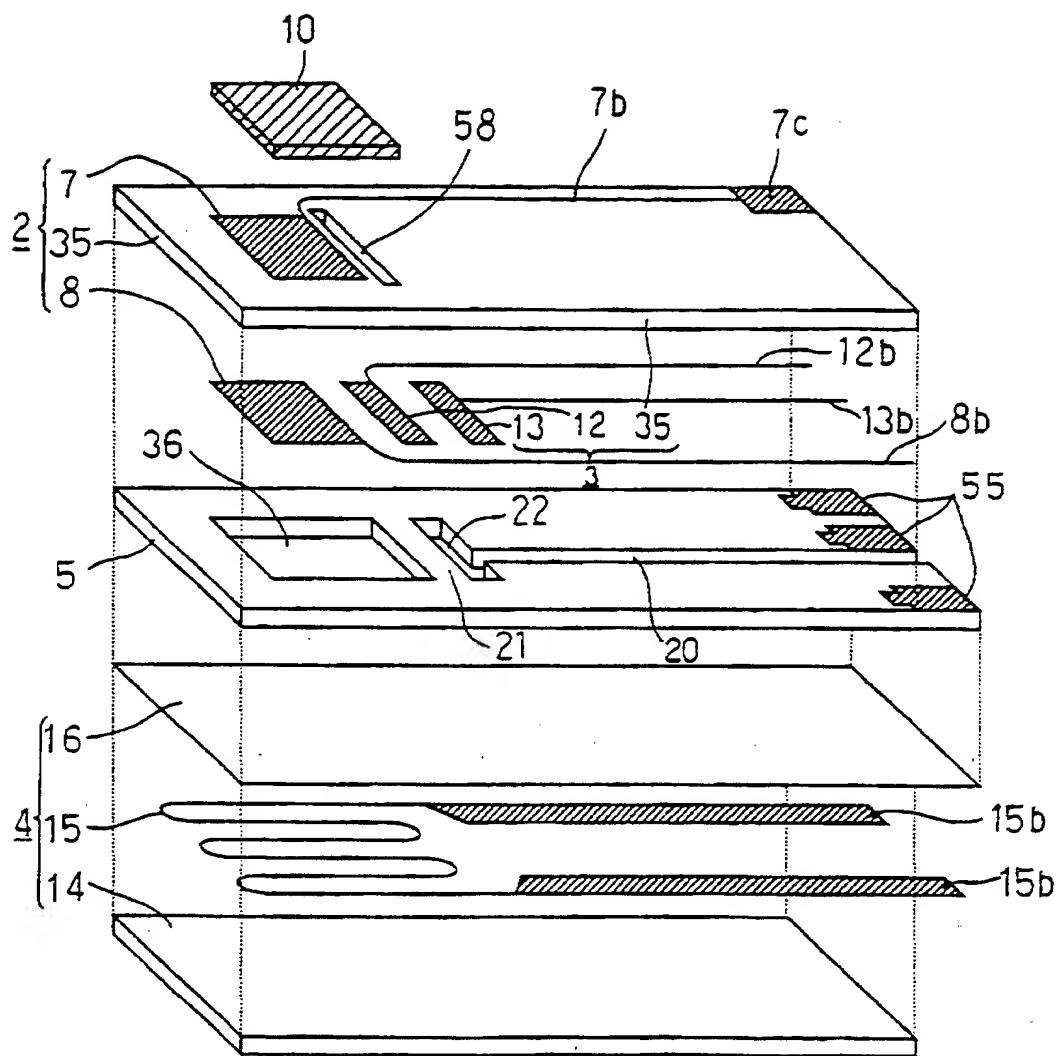
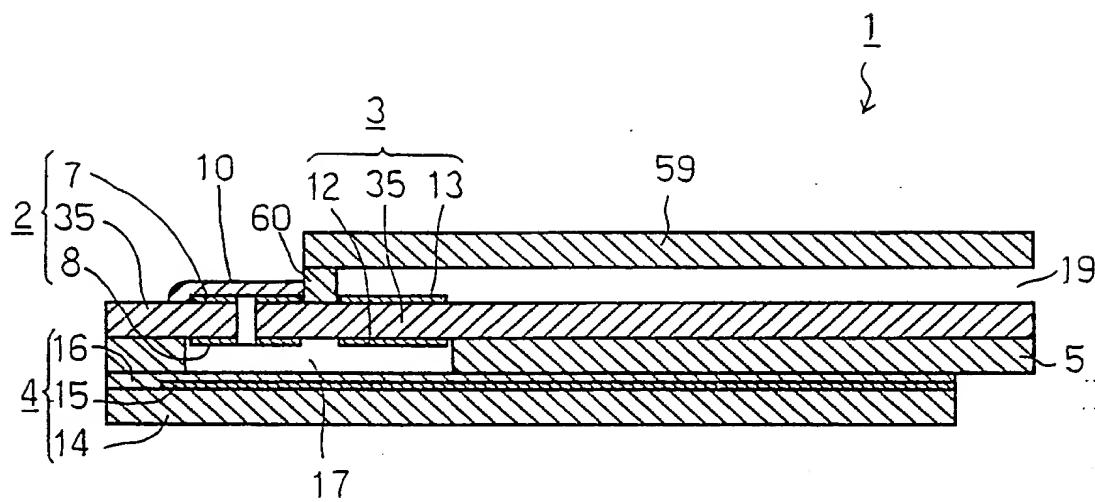


FIG. 12



## FIG. 13

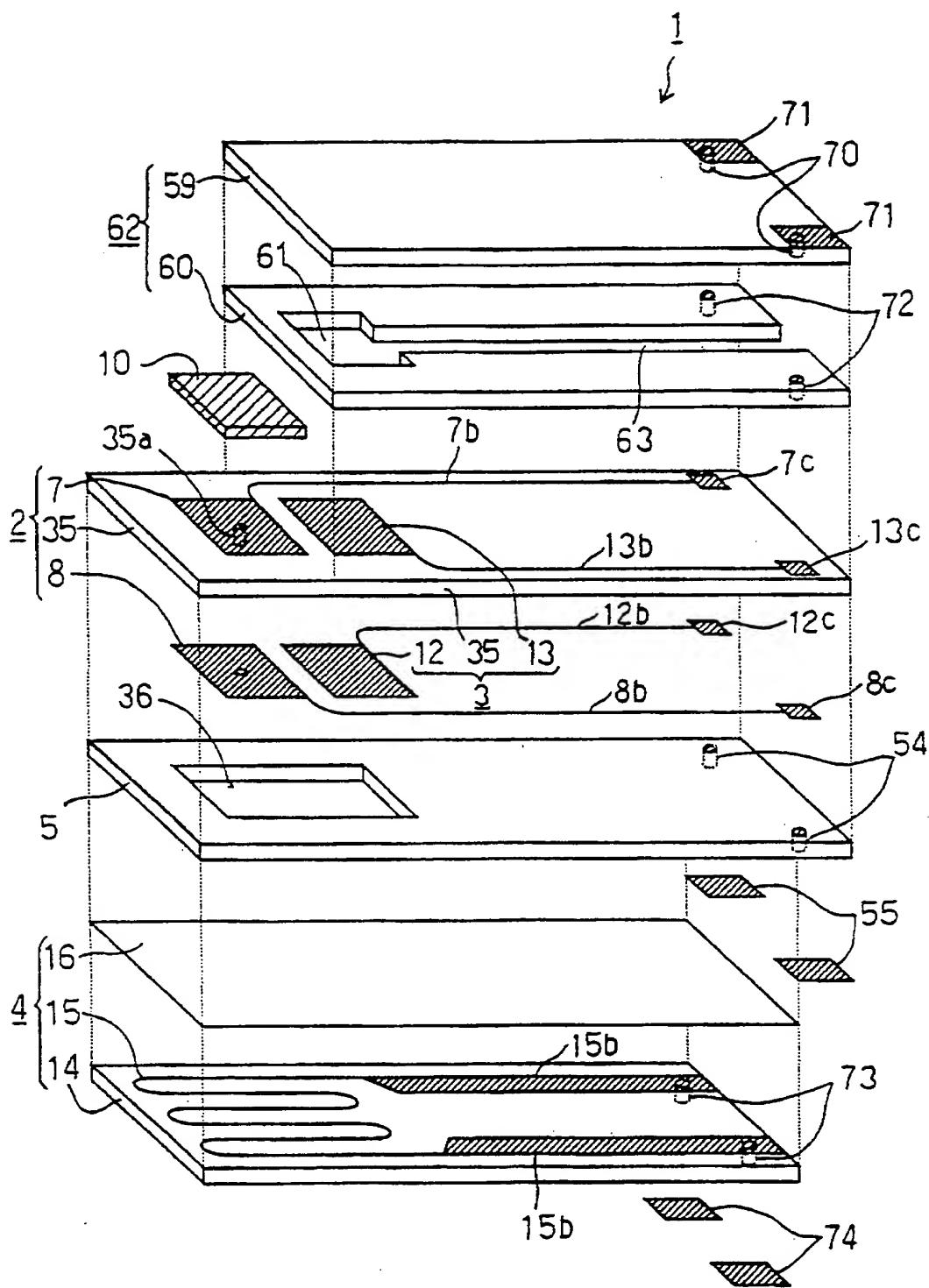
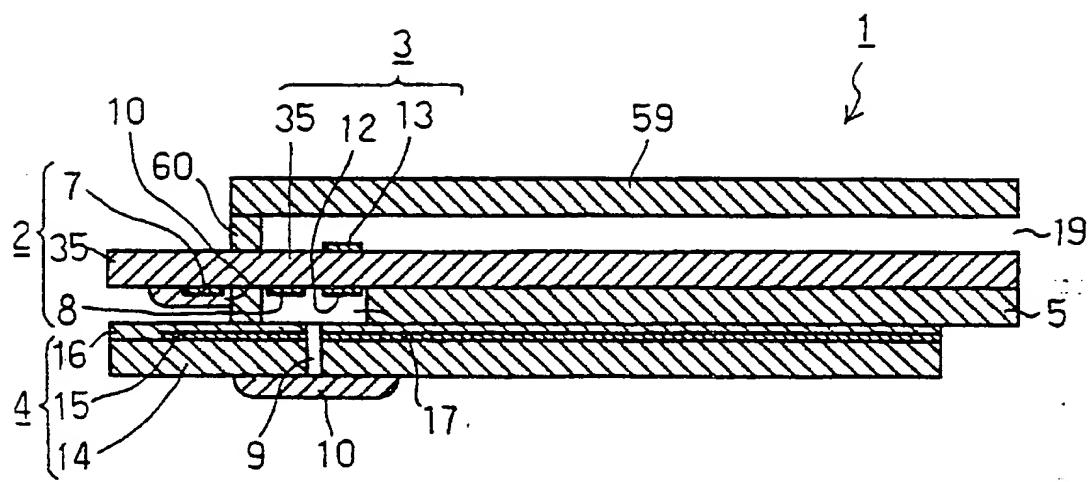


FIG. 14



## FIG. 15

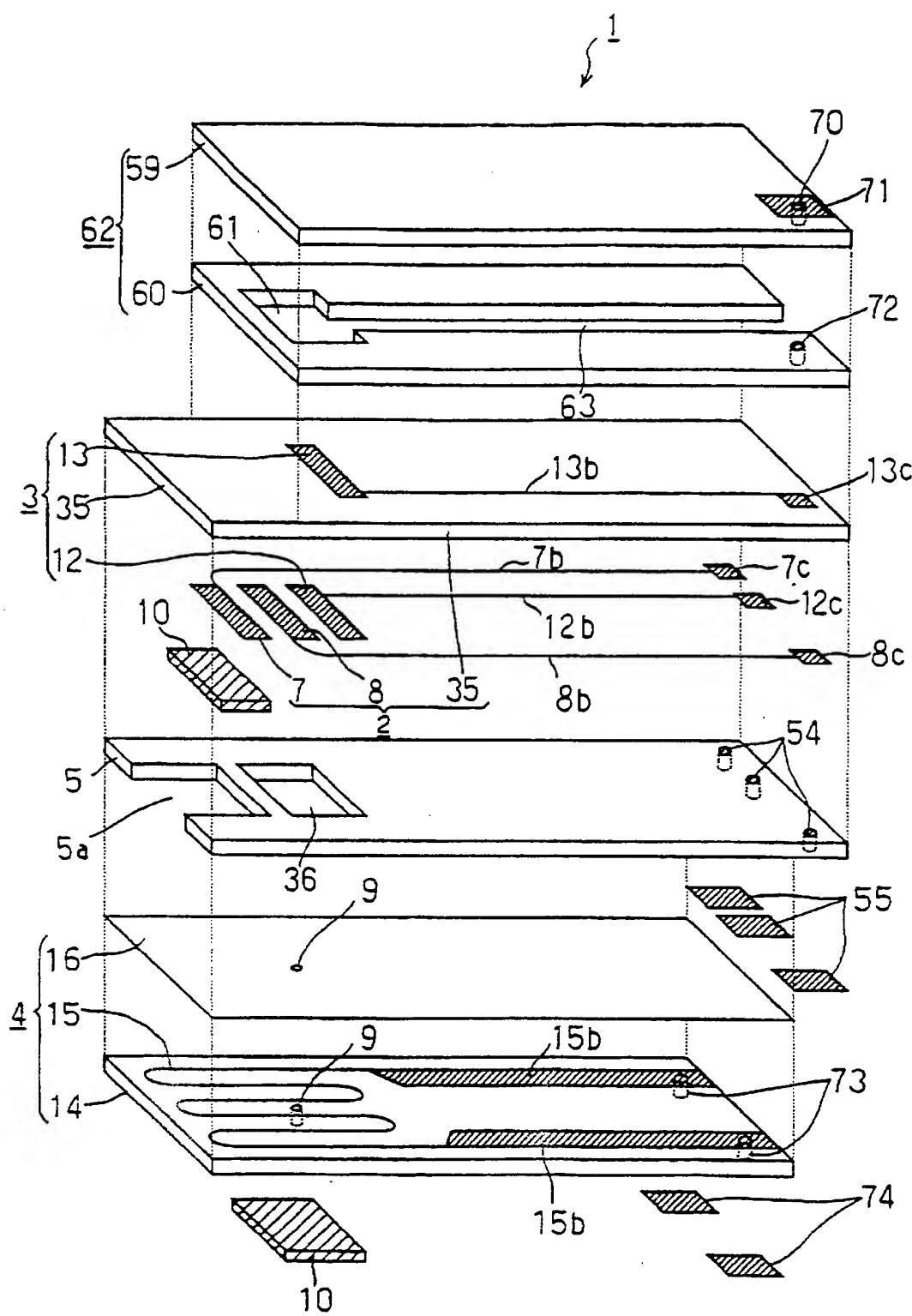


FIG. 16

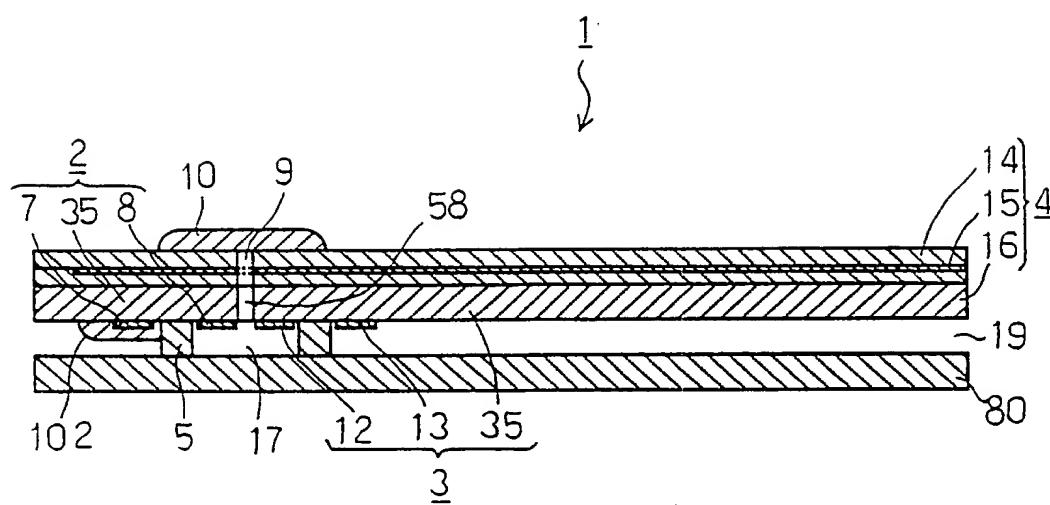


FIG. 17

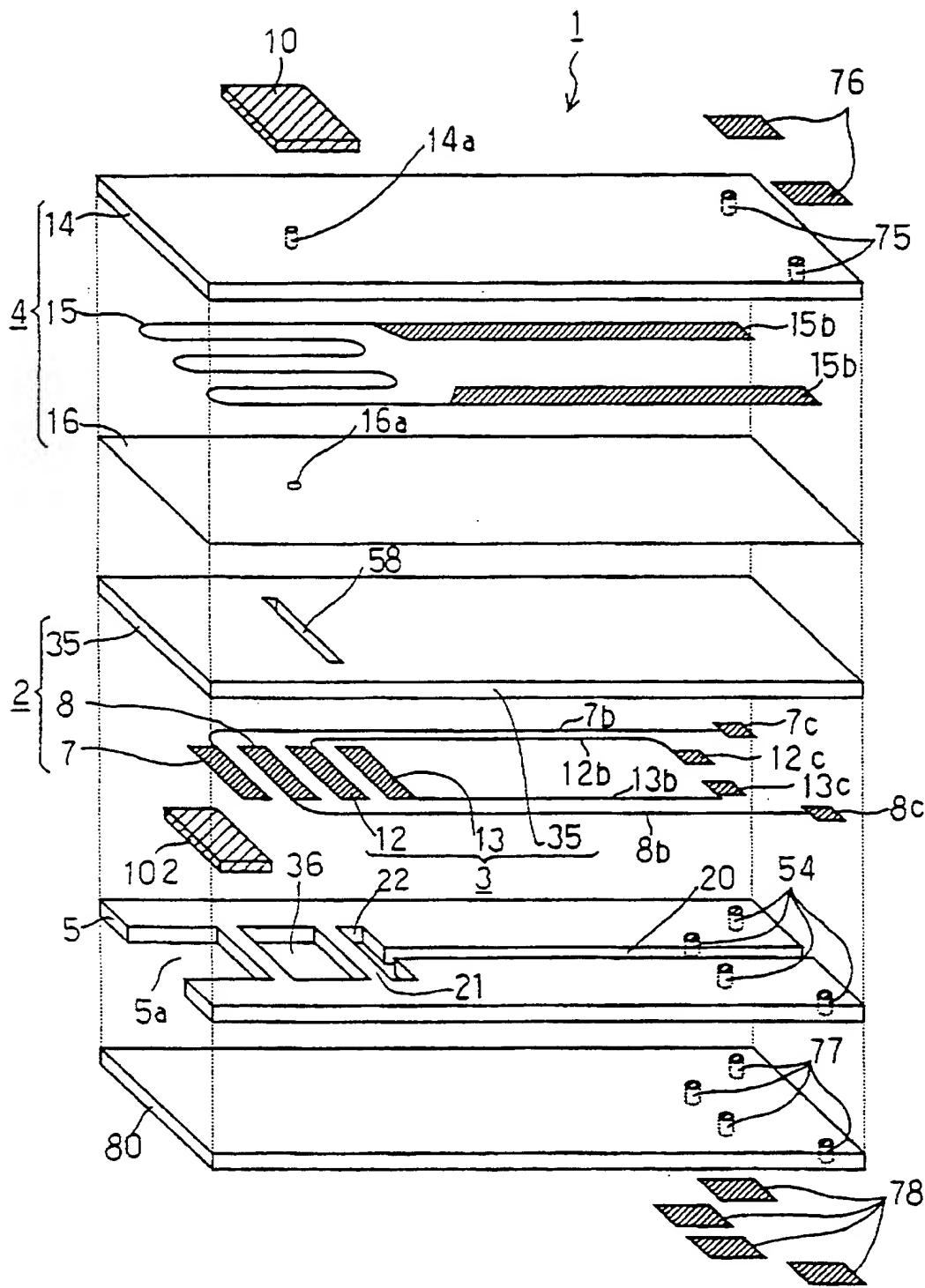
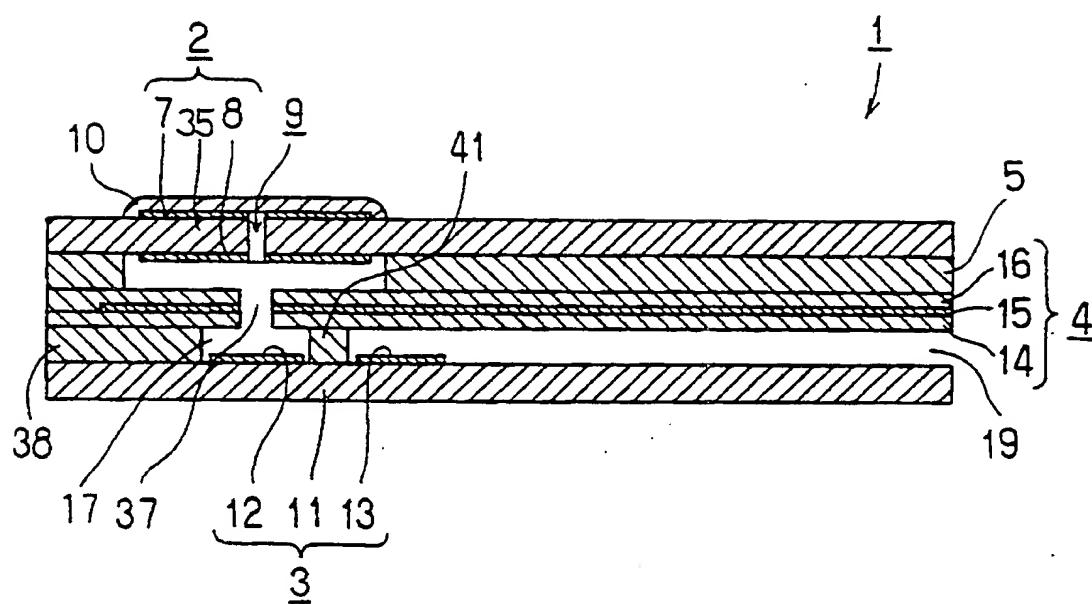


FIG. 18



## F I G. 19

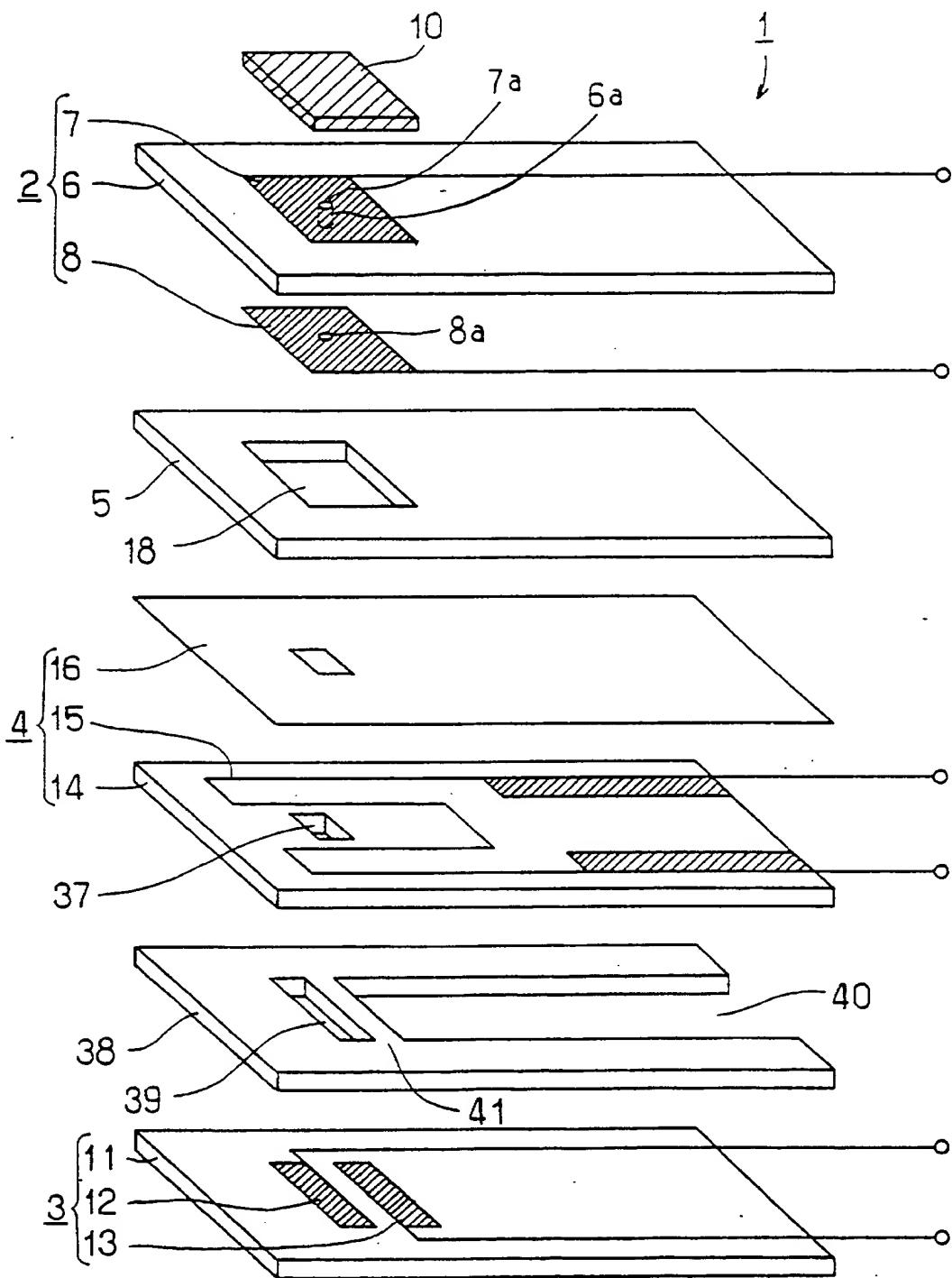
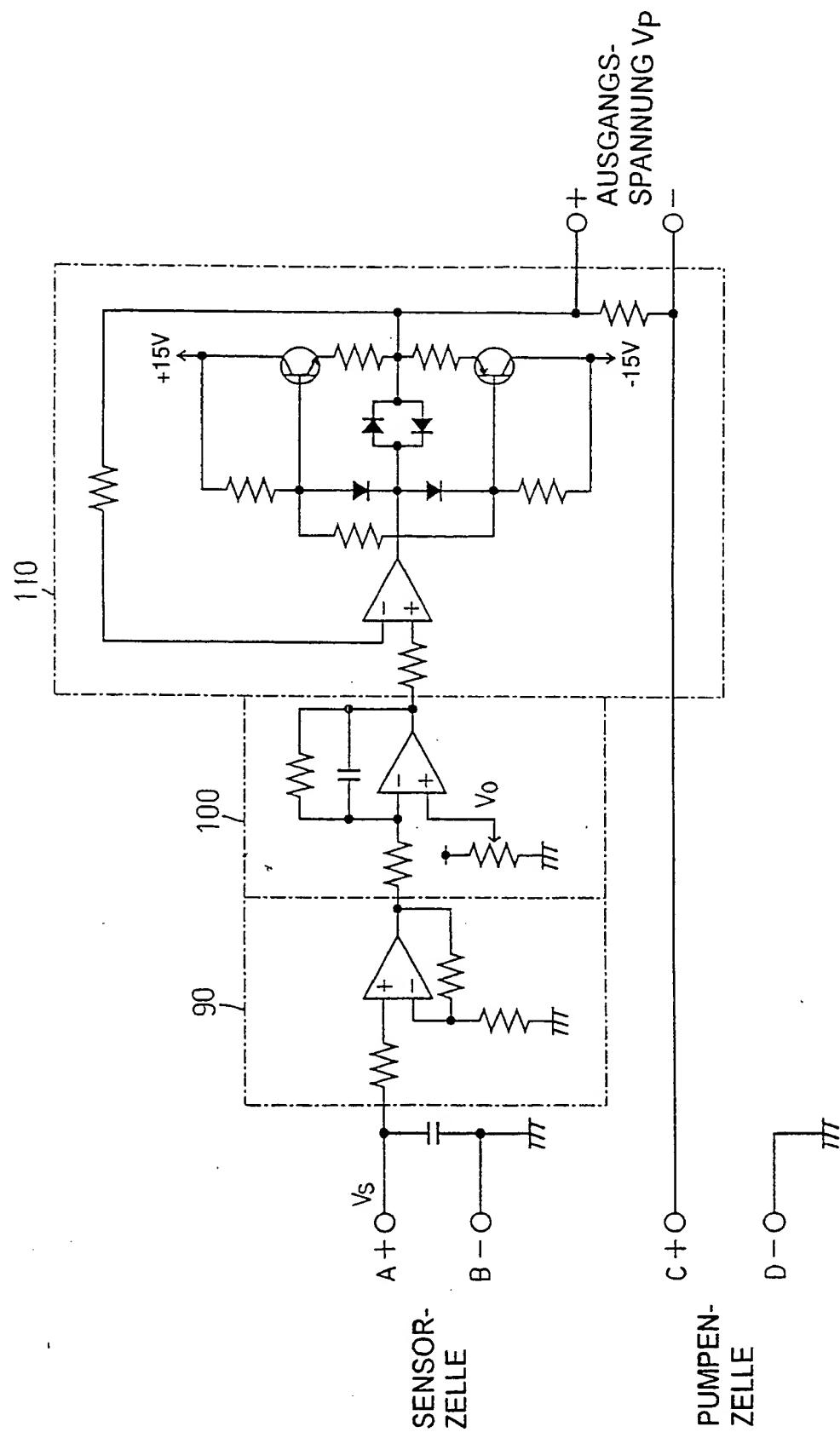


FIG. 20



## F I G. 21

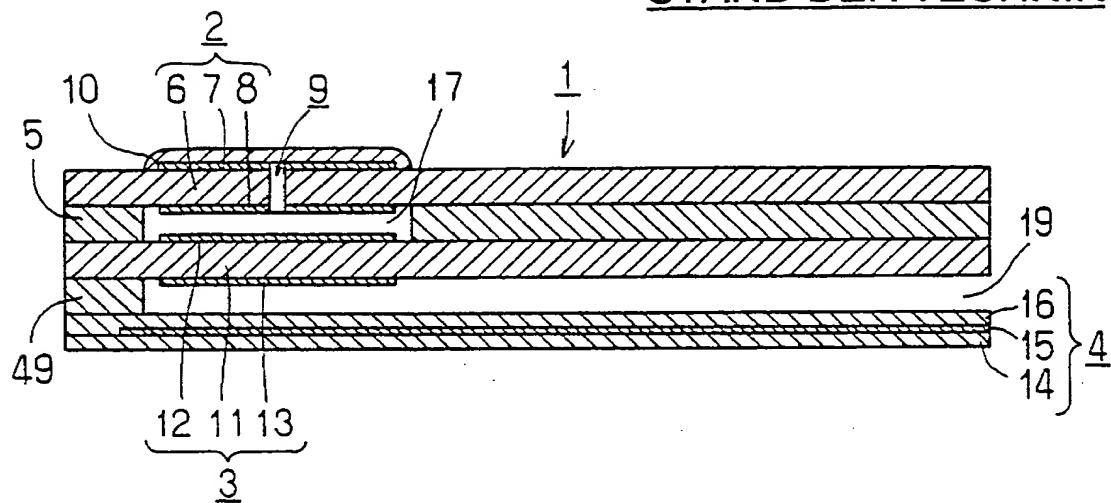
STAND DER TECHNIK

FIG. 22

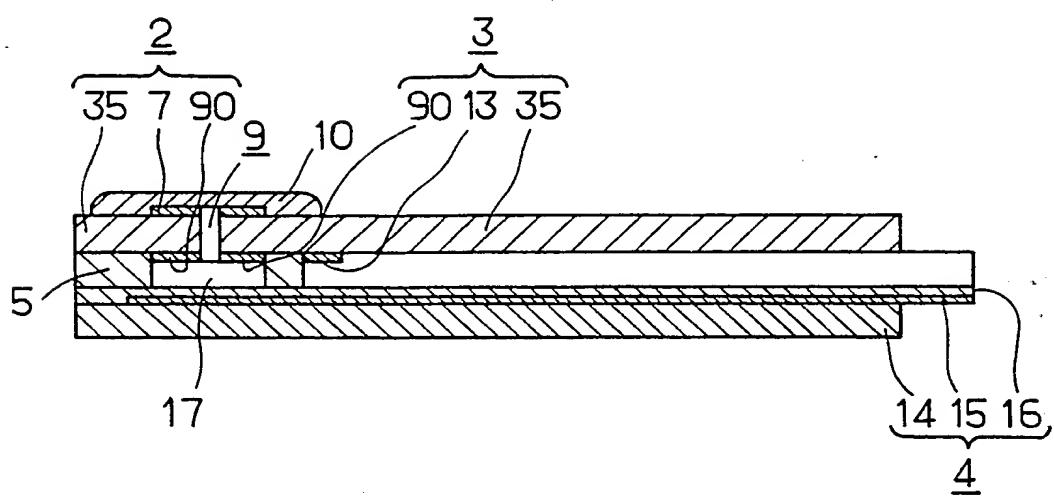


FIG. 23

